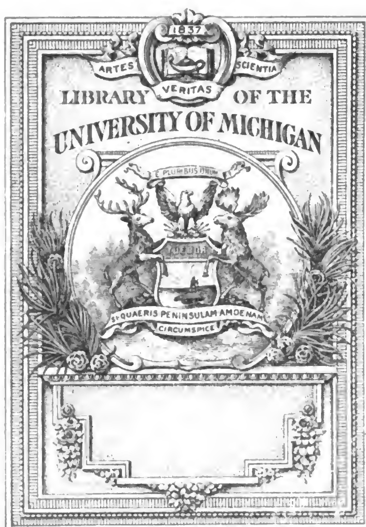

1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

ERGÄNZUNGSBAND IV.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ERGÄNZUNGSBAND IV.

(NACH BAND XC EINZUSCHALTEN.)

NEBST EINER KUPFERTAFEL.

LEIPZIG, 1854.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Inhalt

des Ergänzungsbandes IV der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

Nachweis zu der Kupfertafel.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.
Bd. IV. ERGÄNZUNG. St. 1.

I. *Zehnter Nachtrag zu Chladni's Verzeichnisse der Feuermeteore und herabgefallenen Massen (Wien 1819); von Georg von Boguslawski.*

(Nachtr. I. s. Gilb. Ann. Bd. 68, S. 329; Nachtr. II. Bd. 71, S. 359; Nachtr. III. Bd. 75, S. 229; Nachtr. IV. Pogg. Ann. Bd. 2, S. 151; Nachtr. V. Pogg. Ann. Bd. 6, S. 21 und 161; Nachtr. VI. Pogg. Ann. Bd. 8, S. 45; v. Hoff's Nachtr. VII. Pogg. Ann. Bd. 18, S. 174; Nachtr. VIII. Pogg. Ann. Bd. 24, S. 221; Nachtr. IX. Pogg. Ann. Bd. 31, S. 339.)

Es sind bereits sechszehn Jahre verflossen, seit der verstorbene Hr. v. Hoff den neunten und bis jetzt den letzten Nachtrag zu den Chladni'schen Verzeichnissen von Feuermeteoren und herabgefallenen Massen in diesen Annalen veröffentlicht hat. Das Interesse für die Sternschnuppen und Meteormassen ist seit jener Zeit immer noch im Zunehmen begriffen. Physiker und Astronomen von Distinction haben sich mit der Erforschung ihrer physischen und geometrischen Verhältnisse beschäftigt, und bereits sind eine grofse Anzahl von Beobachtungen und Untersuchungen vorhanden, die dereinst einen sicheren Ausgangspunkt zu Bildung einer *richtigen Theorie* über *Sternschnuppen, Feuerkugeln* und *Meteormassen* darbieten werden.

Zu einer solchen ist es aber vor Allem nöthig, das hier, wie in keiner anderen astronomischen Disciplin, zerstreute Material zu sammeln und zu sichten. Ich habe diefs nun bei Gelegenheit einer gröfseren, später zu veröffentlichenden Arbeit (»*Die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorite in ihrer kosmischen Bedeutung*«) zu unternehmen versucht, worin ich namentlich über die periodischen Phänomene der Sternschnuppen alles das zusammengestellt habe, was ich in vielfältigen und überall zerstreuten Quellen hierüber gefunden habe, und hoffe, dafs dieser bis jetzt erste,

Versuch, welcher aber noch mit allen Mängeln eines solchen behaftet ist, dem sich für diesen Gegenstand Interessirenden nicht ganz unnütz, ja vielleicht nicht unerwünscht seyn dürfte.

Im Verlaufe dieser Arbeit wurde ich bei dem Abschnitte über Feuerkugeln dahin geführt, die Verzeichnisse, welche bis jetzt über derartige Erscheinungen existiren, mit einander zu vergleichen und wo möglich auf die Originalquellen zurückzugehen; hierbei fand ich nun, dafs die meisten nicht ganz dem Zwecke entsprächen, welchen Chladni und v. Hoff in ihren Verzeichnissen so beharrlich und erfolgreich inne gehalten hatten: nämlich eine Zusammenstellung aller auf der ganzen Erde vorgekommenen Erscheinungen von Feuerkugeln und herabgefallenen Massen zu geben.

Die bekannten zehn Verzeichnisse von Chladni und v. Hoff sind von Kämtz bis zu dem Jahre 1836 fortgeführt worden (Meteorologie Bd. III, S. 265 ff.).

In der neueren Zeit sind nun besonders in Amerika, welcher Erdtheil besonders reich an solchen Massen zu seyn scheint, und auch in einigen Ländern Europa's und Asiens (z. B. Ungarn, Böhmen, England, Ost-Indien u. s. w.) Zusammenstellungen aller in jenen Ländern niedergefallenen Massen gemacht worden.

Vor Allem aber verdient der vom Prof. Baden Powell zu Oxford auf Veranlassung der *British Association* seit 4 Jahren fortgeführte »*Catalogue of Observations of Luminous Meteors*« (*Reports of the Brit. Assoc. f.* 1848, 1849, 1850, 1851) rühmend erwähnt zu werden.

Für die Erscheinungen der älteren Zeit besitzen wir nun folgende Verzeichnisse, die ich bei meiner Arbeit ebenfalls als Quellen benutzt habe:

Aufser dem trefflichen, später noch näher zu erwähnenden Verzeichnisse von Quetelet, welches das reichhaltigste in seiner Art ist, haben wir noch einige von französischen Gelehrten gesammelten Nachrichten: so das erste Verzeichnifs von Chasles, welches $5\frac{1}{2}$ Jahrhundert umfafst (583—1123) s. *Compt. Rend. etc. t. XII,* 1841. *Mrz.* 15),

man vermifst aber an ihm die näheren Quellenangaben und eine genauere Wiedergabe der auf das fragliche Phänomen bezüglichen Nachrichten. Unter 47 Erscheinungen mit Angabe der Monatstage kommen nur wenige im November vor, aber von 741 an während eines Jahrhunderts viele im Februar, welche Chasles für das jetzige November-Phänomen hält, das in 125 Jahren vermöge einer Verschiebung der Bahn dieser Meteor-Asteroïden um *einen* Monat weiter fortrückt.

Quetelet theilt am Schlusse seines vortrefflichen »*Nouveau Catalogue*« die letzten Untersuchungen von Chasles über ältere Erscheinungen von Feuermeteoren mit; Chasles hat seine Nachrichten entnommen aus:

1) *Prodigiorum ac ostentorum Chronicon etc. per Conradum Lycosthenem.* (*Basil.* 1557 *in fol.*);
2) *Histoire des antiquités de Paris par Sauval, t. II. liv. X p.* 553;
3) *Recueil des Historiens des Gaules.*

Auch bei diesem zweiten Verzeichnisse von Chasles fehlt eine nähere Quellenangabe, wodurch der Werth desselben einigermaafsen beeinträchtigt wird. Da ich nun Gelegenheit fand, eine dieser Originalquellen, das Werk von Lycosthenes, selbst durchsehen und vergleichen zu können, so habe ich mir erlaubt, aus dieser Quelle die Nachrichten vollständiger wiederzugeben und eine Trennung der constatirten Erscheinungen von Sternschnuppen und Feuerkugeln von denen einzuführen, über deren Natur man noch im Zweifel seyn kann. — Man wird übrigens die aus Lycosthenes geschöpften Nachrichten mit einem (Ly.) bezeichnet finden, und die von Chasles bereits angeführten mit (Ly. — Ch.),

Die nun folgenden Verzeichnisse beziehen sich mehr auf Sternschnuppenfälle als auf Feuerkugeln; jedoch enthalten sie auch mehrere Nachrichten über derartige mit den häufigen Sternschnuppenerscheinungen in innigem Zusammenhange stehende Phänomene, weshalb ich sie auch als Hauptquellen hier anführe.

Ein solches Verzeichnifs hat Ed. Biot geliefert (*Compt. Rend. t. XII. p.* 986); es enthält alle Beobachtungen von Feuerkugeln und Sternschnuppen in China in dem Zeitraume von 687 a. Chr. bis 1644 p. Chr. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dafs man aus den von Biot gesammelten Beobachtungen keine Periode von regelmäfsiger Wiederkehr constatiren kann; denn unter 600 Beobachtungen fanden sich nur 50 klar ausgesprochene, aufsergewöhnliche Sternschnuppenerscheinungen, und unter diesen die meisten im Juli und October und einige im August und November. In einem Supplement zu diesem Verzeichnifs theilt Ed. Biot (*C. R. t. XIII. p.* 204) 1354 Beobachtungen von den Jahren 960 bis 1275 mit. Von diesen fallen

in den	Januar:	65	in den	Mai:	88	in den	September:	125
» »	Februar:	54	» »	Juni:	97	» »	October:	208
» »	März:	72	» »	Juli:	185	» »	November:	155
» »	April:	65	» »	August:	155	» »	December:	85.

Man bemerkt hier abermals ein entschiedenes Uebergewicht der Anzahl dieser Erscheinungen im Monat October, und demnächst im Monat Juli. Es ist aber wohl zu beachten, dafs die chinesischen Beobachtungen nur die *hauptsächlichsten* Feuerkugeln und Sternschnuppen anmerkten: »denn selten kommen in einer Nacht mehrere Sternschnuppen vor.«

Leider sind beide Verzeichnisse der Oeffentlichkeit nicht übergeben und wir entbehren auf diese Weise eine Fundgrube älterer Nachrichten.

Ferner hat Alexis Perrey aus verschiedenen Autoren eine Anzahl alter Sternschnuppenerscheinungen gesammelt, welche zwischen den Jahren 533 und 1169 unserer Zeitrechnung als *»fallende Sterne«* oder *»Feuer, welches den Himmel durchlief«* erwähnt werden, mit Ausschlufs der sogenannten *»acies igneae.«*

Sodann hat Frähn der Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg 1836 Dec. 1 eine Anzahl alter Sternschnuppenfälle mitgetheilt, welche ich nebst Angabe der Quelle bei den Angaben der Hauptphänomene der Sternschnuppen erwähnt habe.

Endlich hat Edward C. Herrik (*Silliman American Journal Vol. XL.* (1841 April) *p.* 349) ein Verzeichnifs von 39 älteren Sternschnuppenerscheinungen gegeben unter dem Titel: »*Contributions towards a History of Star-showers.*«

An Reichhaltigkeit und Vollständigkeit der Angaben der Quellen aber übertreffen alle die genannten die beiden von Hrn. Quetelet in Brüssel angefertigten Verzeichnisse der hauptsächlichsten Sternschnuppenerscheinungen (*Catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes, Bruxelles* 1839, und *Nouveau Catalogue etc. Brux.* 1841). Ich erwähne sie hier bei der Sammlung von Nachrichten über Feuerkugeln und Meteormassen darum, weil sich in ihnen eine grofse Anzahl interessanter Angaben über dergleichen Erscheinungen vorfinden.

Ueber das schon oben erwähnte und noch immer fortgesetzte Verzeichnifs von Hrn. Prof. Baden Powell zu Oxford werde ich bei Gelegenheit der *neueren Nachrichten*, oder meinem selbständig fortgesetzten Verzeichnisse, mir einige Worte erlauben, ebenso wie über einige der anderen Quellen, die ich dabei benutzt habe. Das grofse Werk von Coulvier-Gravier über die Sternschnuppen, worin er in dem ersten Theile eine historische Uebersicht aller bekannten Erscheinungen von Sternschnuppen giebt, war mir leider bei meiner Arbeit nicht zur Hand.

Einige Betrachtungen, welche sich mir bei Durchlesung der interessanten Schrift von F. S. Schweigger: *Einleitung in die Mythologie vom Standpunkte der Naturwissenschaft* (Halle 1836) über die Bedeutung des Meteorcultus der Alten und deren Kenntnifs von den Meteormassen aufdrangen, gedenke ich in meiner oben erwähnten ausführlicheren Arbeit mitzutheilen und wende mich jetzt zu der Darlegung des Planes dieses von mir angefertigten *Ergänzungs-Verzeichnisses.*

Es besteht aus *zwei Abtheilungen:* in der *ersten* theile ich die in Chladni's Verzeichnissen, seinen *Nachträgen* und in denen v. Hoff's bis zum Jahre 1835 entweder gar

nicht, oder unvollständig angeführten Nachrichten über Meteorsteinfälle und Erscheinungen von Feuerkugeln mit; es soll somit die Lücken der früheren Verzeichnisse möglichst ausfüllen. Bei den Meteoritenfällen, die ich in dieser Abtheilung anführe, gebe ich alle positiven Nachrichten derselben, die Beschreibung und Analyse der aufgefundenen Massen (mit vorläufiger Uebergehung der Meteoreisenmassen, von denen ich in der *zweiten Abtheilung* meines Verzeichnisses eine übersichtliche Aufzählung und Beschreibung mittheile). Von den niedergefallenen Massen verschiedenen Ursprunges führe ich namentlich diejenigen Nachrichten an, welche einiges Licht über einen bis jetzt noch ziemlich dunklen Gegenstand verbreiten können, nämlich über die sogenannte *Sternschnuppenmaterie*, welche man aus Sternschnuppen oder Feuerkugeln hat herunterfallen sehen. — Die zahlreichen Nachrichten von Feuerkugeln habe ich in zwei Abtheilungen gebracht: in solche, wo es constatirt ist, daſs die mitgetheilte Erscheinung eine Feuerkugel gewesen sey, und in solche, wo das noch zweifelhaft ist; in diese letztere Rubrik habe ich alle die mit *acies igneae* und dergleichen bezeichneten Erscheinungen eingereiht, weil es noch ungewiſs ist, ob hiermit nicht die hervorschieſsenden Strahlen eines Nordlichtes gemeint seyn sollen. Alle bereits von Chladni und v. Hoff mitgetheilten Nachrichten, welche ich vervollständige oder berichtige, sind durch ein beigefügtes Chl. oder I. bis IX. in Klammern bezeichnet.

Wenn diese ganze *erste Abtheilung* lediglich als Ergänzung zu den früheren Verzeichnissen dienen soll, so soll die *zweite* dagegen eine selbständige Fortführung derselben seyn; ich habe sie in folgende Rubriken gebracht:

I. Feuerkugeln.

II. Niedergefallene Massen.

1) *Meteorsteine.*

2) *Niedergefallene meteorische Massen verschiedenen Ursprunges.*

3) *Meteoreisenmassen* (so weit sie bis jetzt bekannt sind).

Erste Abtheilung.

I. Nachrichten von herabgefallenen Meteorsteinen von den ältesten Zeiten bis 1835.

642 a. Chr. (644) [1]). *In monte Albano lapidibus pluit; quod quum credi vix posset, missis ad id visendum prodigium in conspectu haud aliter, quam quum grandinem verti glomeratam in terras agunt; crebri cecidere de coelo lapides .... (Ly. — Ch. > Liv. et Julius Obsequens).*

464 a. Chr. (468). *Lapis in Aegis fluvio de coelo ruit ... natus Socrates (Ly. — Ch.)*

459 a. Chr. (461). *In Piceno lapides pluit (Ly. — Ch.)*

403 a. Chr. (405). *Lysander contra Athenienses maritimo praelio dimicante, quidam et lapidis casum ad earum rerum eventum fuisse ferunt. Nam ut constans multorum est opinio, mirae magnitudinis saxum ad Aegospotamos e coelo delatum esse. (Plut. in Lysandro > Ly. Ch.).*

? 341 a. Chr. (343). *Lapidibus pluit (in Italia) et nox interdiu visa est intendi. (Ly. ex Livio et Plin. lib. XVI. cap. 4.)*

? 332 a. Chr. (334). *Alexandro, corona capiti imposita, quum pio ritu sacrificii libasset, avis quaedam eo genere, quae praedae assuescunt, aram praetervolans, quum lapis, quem forte unguibus ferebat, excidisset, caput eius percussit (Ly. ex Arrian. lib. II. de rebus gestis Alex. magni).*

214 a. Chr. (216). *In Piceno lapidibus pluit (Ly. — Ch. ex Liv. et Jul. Obs.)*

214 a. Chr. (216). *In Aventino et Ariciae simul lapidibus pluit. (Ly. > Lev. et Jul. Obs.).*

209 a. Chr. (211). *Tempestates foedae coortae, in Albano monte continenter lapidibus pluit, tacta de coelo multa, duae in Capitolio aedes .... Reate saxum ingens volitare visum, sol sanguineo colori similis apparuit. Ly. ex Liv. lib. V., Cicero: de divin. lib. II, Valer. Max. lib. I. c. 6).*

1) Sämmtliche Jahresangaben des Lycosthenes aus den früheren Zeiten bedürfen einer Correction; diese füge ich den Originalangaben in einer Klammer bei. D. Verf.

205 a. Chr. (207). *Veiis de coelo lapidavit; Minturnis sanguinis rivus in porta fluxit* (*Ly.* > *Liv. et Jul. Obs.*)

203 a. Chr. (205). *Crebro de coelo lapidatum est* (*Liv. et Jul. Obs.* > *Ly. Ch.*)

200 a. Chr. (202). *Cumis solis orbis minui visus, lapidibus pluit ... In Palatio lapidibus pluit* (*Ly. Ch.* > *Liv. et Jul. Obs. c.* 44).

191 a. Chr. (193). *In Adrianorum agro lapidibus pluit* (*Ly.* > *Liv. et Obs.*)

190 a. Chr. (192). *Ariciae et in Aventino lapidibus pluit* (*Ly* > *Liv. et Obs.*)

188 a. Chr. (190). *Terracinae et Amiterni aliquoties lapidibus pluit* (*ib.*)

185 a. Chr. (187). *Luce inter horam tertiam et quartam tenebrae ortae in Aventino lapidum pluviae novendiali expiatae* (*ib.*)

174 a. Chr. (176). *Lapis ingens in agro Crustumino in lacum Martis de coelo cecidit* (*Ly.* > *Liv. et Jul. Obs. c.* 63).

149 a. Chr. (151). *Quod Ariciae lapidibus pluit, supplicatio habita* (*Ly.* > *Liv. et Jul. Obs.*)

92 a. Chr. (94). *Novendiale sacrum fuit, quod in Volsca gente lapidibus pluerat ... In Vestinis lapidibus pluit* (*ib.*)

41 a. Chr. (43). *Romae lapidibus pluit* (*ib.*)

Post Christum.

650. *Ignitus lapis, quasi massa candentis ferri ab occidente volitans venit et draco ingens a multis visum est* (*Ly.*)

837. *Lapides grandine mixti e coelo lapsi creduntur* (*Ly. Ch.*)

952 fiel in der Gegend von Augsburg ein Stein mit grofsem Getöse herab (Würtemb. Jahrb. 1850. I. S. 80).

956. *In Italia etiam lapis mirae magnitudinis tonitru et tempestate turbulenta de coelo iactus, ingens miraculum videntibus praebuit* (*Ly Ch*).

963 ... *et in his* (*Italiae*) *regionibus lapis ingens e coelo cecidit* (*ib.*)

1020 od. 1021. Folgende Nachricht verdanke ich der

Mittheilung eines geehrten Freundes des Hrn. Dr. Cohn zu Breslau; die Originalquelle ist: *Kazwini* (*le Pline des Orientaux*): *Livre des merveilles de la nature et des singularités des choses créées* (*traduit par Sylv. de Sacy*), wo es heifst (schon von Chladni beiläufig erwähnt): *„Je range parmi les singularités naturelles la chute des pierres ferrugineuses et cuivreuses, qui tombent avec la foudre; cela a lieu dans le Tourquestan et quelquefois dans le Guitan. Tel est encore le fait rapporté par Abou-Chasan Ali Djezeri, fils d'Alathir dans sa chronique. Cet écrivain raconte: „qu'en Afrique l'an* 411 *de l'Hegyre* (1020/1 *A. D.*) *on vit se former un nuage chargé de tonnerre et d'éclairs, d'où il tomba une pluie de pierres abondantes qui tuèrent tous ceux qui en furent atteints.*"

? 1057 .... *Lapides mirae magnitudinis grandine mixti de coelo ceciderunt* (*Ly.*)

? 1076 .... *Dum Haraldus rex* (*Daniae*), *Harquino bellum inferret, et iam utrinque confligendum esset, iaculum vago ancipitique discursu superne inter auras oberrasse conspectus est et fingendi vulneris locum exploratius prospicere videbatur. Quod miraculum cunctis immani stupore prosequentibus, incertis quidnam res tam miraculosa portenderet: subito casus in solius Harquini caput suspectum omnibus periculum transtulit, qui eius iaculi laetali vulnere prostratus et occisus est.* (*Ly.*)

1187 .... *Grêle de pierres à Mons le* 30. *juin. Le poids de ces pierres excédait une livre* (*Quet.*)

1194. *Lapides enim ad quantitatem ovorum quadranguli mixtim de coelo cum pluvia cadentes arae in pluribus locis destructae atque combustae sunt. Corvi etiam immensae multitudinis in aëre de loco ad locum volitantes cum rostris vivos atque ardentes carbones portare visi sunt, quibus domos incendebant.* (*Ly. — Ch.*) [1])

1) Diese Raben, welche glühende Kohlen in den Schnäbeln tragen und von einem Orte zum anderen fliegen, sind höchst wahrscheinlich Symbole für Meteorsteine, welche in ihrem Herabfallen Häuser anzünden, wie wir aus der neueren Zeit mehrere Beispiele davon kennen.

1197. *Exorta tempestatis vi lapides de coelo ceciderunt.* (*Ly.* — *Ch.*)

1198. *Mense autem Julio orta est tempestas valida tantaeque magnitudinis lapides de coelo ceciderunt, ut suo impetu a Tremblaco usque ad monasterium Chale et loca adjacentia non segetes modo, vineas, sed ipsa etiam nemora et hominum pretiosa aedificia destruxerint.* (*Ly.* — *Ch.*)

1440. *Steinfall* bei *Aidin* in Kleinasien nach Jbn-Batuta's Reisebeschreibung (v. Hammer's Geschichte des Osman. Reiches S. 29).

Ehe ich nun zu den anderen aus verschiedenen Quellen gefundenen Nachrichten von Meteorsteinfällen der neueren und neusten Zeit übergehe, will ich hier noch die in dem VIII. Nachtrage von v. Hoff nur kurz erwähnten Nachrichten von Meteormassen aus *Indien* mittheilen, welche Hr. Prof. C. Ritter in Werken über Indien fand und in Pogg. Ann. Bd. 18, S. 621 veröffentlichte.

1. »Der Indische Gott Krischna (7te Incarnation Wischnu's) suchte, als er noch von den Hirten in Madhura erzogen ward, seine geliebten Musen, die seine Pflegerinnen waren, einst vor dem Zorne *Indra's* (*Jupiter pluvius* der Indier), der sie mit einem *Steinregen* bedrohte, dadurch zu bewahren, dafs er den Berg Gôverdhérra (den Parnassus der Inder) aus seiner Stelle verschob« (*Langles Monum. de Hindostan. t. II p.* 185).

2. Nach der Hindu-Sage gab es eine Zeit, da hatten die Berge Flügel und flogen umher. Aber in einer Schlacht hieb einer der Swamy's, Diwandrudu mit einem diamantenem Schwerte die Flügel aller Berge ab, sie stürzten aus den Lüften, fielen auf die Erde nieder und begruben unzählige Riesen.« (Heyne: *Tracts on India* 1814.)

Wer wird hierbei nicht an die vor 50 Jahren von A. v. Zach und von Bieberstein ausgesprochenen kosmogonischen Ideen erinnert, nach welchen die Gebirge unserer Erde durch herabgefallene kosmische Massen entstanden seyn sollen?

In den folgenden Notizen über die Meteorsteinfälle der

neueren Zeit mögen noch einige Erweiterungen und Vervollständigungen zu dem in Chladni's Verzeichnissen bereits Mitgetheilten ihren Platz finden: namentlich die neueren Analysen und Untersuchungen der näheren und entfernteren Bestandtheile von Meteorsteinen.

1805 im November: Steinfall von *Asco* auf der Insel *Corsica*. Es ist über ihn nichts Weiteres bekannt geworden. (Partsch: Die Meteoriten etc. p. 64.)

1806 März 15, 5 Uhr Ab.: Stein von *Alais* (*Dep. du Gard*) s. Chladni p. 278, wo man die näheren Data findet. – Diese Masse gehört in sofern zu den merkwürdigsten meteorischen Steinmassen, welche wir besitzen, als sie ein ganz anomales Verhalten gegen alle anderen Meteorsteine zeigt und in gewisser Hinsicht nur denen von *Chassigny, Allport*, *Simonod* u. a. m. ähnelt.

Die Masse des Meteorsteines von *Alais* ist nämlich schwarz, locker und zerreiblich, ausgezeichnet durch einen grofsen Gehalt an Kohle, so dafs Berzelius selbst sie anfänglich für einen Brocken der Ockererde ansah, auf welche der Stein herabfiel. Gediegenes Eisen und Schwefeleisen ist nur durch das Mikroskop sichtbar. Das specifische Gewicht ist nach Biot = 1,94, nach C. Rumler = 1,70. Wir besitzen 3 Analysen über diese Masse, die eine von Thenard (I), die zweite von Vauquelin (II) (Chladni p. 279, 280) und die dritte von Berzelius (III), welcher die Masse ganz ausführlich untersucht hat (Pogg. Ann. Bd. 33, S. 113).

	(I.)		(II.)
Kieselerde	21,0	. . . .	30,0
Eisenoxyd	40,0	Eisenoxydul	38,0
Nickeloxyd	2,5	. . . .	2,0
Manganoxyd	2,0	. . . .	2,0
Kohlenstoff	2,5	. . . .	2,5
Magnesia	9,0	. . . .	14,0
Schwefel	3,5	. . . .	?
Chrom	1,0	Chromoxyd	2,0
Wasser und Verlust	18,5	Verlust	2,0
	100,0.		99,7.

(III.)

Schwarzer geglühter Rückstand	(*a*)	88,146
Graubraunes Sublimat	(*b*)	0,944
Kohlensäuregas	(*c*)	4,328
Wasser	(*d*)	6,582
		100,000.

(*a*) wog 1,382 Gran und enthielt:

Kieselerde	0,4315
Talkerde	0,3070
Kalkerde	0,0132
Eisenoxydul	0,4011
Nickeloxyd	0,0190
Manganoxydul	0,0036
Thonerde	0,0325
Chromeisen	0,0087
Zinnoxyd	0,0110
Unlöslichen kohlenhaltigen Rückstand	0,1200
Verlust	0,0640.

1807 December 14. Meteorstein von *Weston* (Connect. in N. Amerika) s. Chladni S. 282 und überdiefs noch *Silliman American Journ. Vol. XXXVII. p.* 130 und 2 S. *Vol. VI. p.* 140; *Journal de Physique Vol.* 70 *p.* 420, Partsch l. c. p. 41.

Shepard beschreibt diese Masse folgendermafsen (Sill. Journ. 2 S. Vol. VI. p. 410): »Die Rinde dieses Meteorsteines ist dicker, als bei den meisten unserer Meteorsteine, obwohl weniger vollkommen zusammenhängend, indem sie rauh und mit Rissen erfüllt ist. Ihre Farbe ist bräunlich schwarz; die vorherrschende Farbe im Innern ist ein dunkeles Perlgrau. Durch die ganze Masse zerstreut befinden sich in mehreren Zwischenräumen Parthien von lichterer Farbe, welche der Masse ein porphyrartiges Ansehen geben. Diese helleren Theile bestehen nicht aus einem vollkommen homogenen Mineral, sondern aus einer halbpulverförmigen Substanz, welche wahrscheinlich zersetzter *Howardit* ist (ein Trisilicat von Eisenoxydul und Magnesia u. s. w. [1]) Der übrig bleibende Bestandtheil

1) Ueber die von Shepard in den Meteorsteinen gefundenen neuen Mineralspecies vgl. *Sillim. American. Journ.* 2 *S. Vol. II. p.* 377 *ff.* — Der Verf.

des Meteorites ist ein dunkelgraues Mineral in rundlichen Körnern, welche *Olivinoid* zu seyn scheinen. Diese sind wiederum mit anderen unvollkommen gestalteten Körnern von einem lichtgelben Mineral gemengt; dieses letztere ist ebenfalls für *Howardit* gehalten worden. Schwefeleisen (*magnetic pyrites*) ist unregelmäfsig hie und da zerstreut, aber weniger reich, als in anderen Meteorsteinen. Desto häufiger ist im Steine von *Weston* das *Nickel-Eisen;* es kommt nicht vor in einzelnen Punkten, sondern in zusammenhängenden Adern und in ovalen Zügen von mehr als 50 grs. Gewicht vor.« Eine neuere Analyse des Steines von Weston ist mir bis jetzt nicht bekannt, man vergleiche daher Chladni p. 284.

1808 Mai 22 zwischen 5½ und 6 Uhr Morgens: Steinfall bei *Stannern* in Mähren, cf. Chladni p. 286. Dieser merkwürdige und berühmte Steinfall ist von v. Schreibers in Gilb. Ann. Bd. 29, S. 225 so vollständig und genau beschrieben worden, wie wohl kein anderer, aufser dem von l'Aigle (1803) durch Biot. Auch ist die Sammlung von Stücken davon (im Ganzen fielen 200 bis 300 Steine herab) in dem Wiener Mineraliencabinet die gröfste und vollständigste, die je von einem Steinfalle zusammengebracht worden ist, und stellt alle die interessanten Verhältnisse in Hinsicht der Gestalt, Ueberrindung und Mengung der Grundmasse dar. Die vollständige Beschreibung siehe Partsch: Die Meteoriten etc. p. 17 bis 26. Und dennoch haben wir bis zum Jahre 1852 keine dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft angemessene Analyse dieser Meteorsteine gehabt. — Die früheren Analysen von Moser (Gilb. Ann. Bd. 29, S. 309), von Klaproth und Vauquelin (Beitr. z. chem. Kenntn. der Mineralk. Bd. V, S. 251) und von v. Holger (v. H. Zeitschr. Bd. 2, S. 293) berücksichtigten nur die entfernteren Bestandtheile, nicht auch die näheren, d. h. die den Meteorstein zusammensetzenden Mineralkörper. Diefs hat nun Hr. Prof. C. Rammelsberg gethan (Pogg. Ann. Bd. 83, S. 591), veranlafst durch die Resultate seiner Untersuchungen über den

Stein von Juvenas (Pogg. Ann. Bd. 73, p. 585), den er als ein Gemenge von *Augit* und *Anorthit* erkannte. Seine Prüfung der Stanner'schen Steine ergiebt:

A.	Zersetzbarer Theil	34,98
B.	Unzersetzbarer Theil	65,02
		100,00.

	A.	(im Mittel von 2 Versuchen mit $Na\dot{\ddot{C}}$ und HF.)	*B.*
Kieselerde	46,19	. . . .	49,44
Thonerde	31,26	. . . .	2,64
Eisenoxyd	2,93	Eisenoxydul	28,31
Manganoxydul	—	. . . .	1,25
Kalkerde	16,98	. . . .	8,20
Talkerde	1,12	. . . .	9,97
Natron	1,14	. . . .	0,35
Kali	0,50	. . . .	0,10
Chromeisen	—	. . . .	0,83
	10,12.		101,09.

In *A* verhält sich der Sauerstoff von $\dot{R}$ zum Sauerstoff von $\dddot{R}$ ($\dddot{F}e$ und $\dddot{A}l$) und $\dddot{S}i = 0{,}94 : 2{,}58 : 4 = 1 : 2{,}74 : 4{,}25$, d. h. *A* ist *Anorthit;* und in *B* ist das Verhältnifs $= 1 : 2$; mithin ist *B Augit,* gerade so wie in den Steinen von Juvenas (s. w. u.) Das specifische Gewicht der Meteorsteine von Stannern ist nach Vauqelin $= 3{,}19$, nach Schreibers $= 2{,}95$ bis 3,16, nach C. Rumler $= 3{,}01$ bis 3,17; sie gehören also jedenfalls zu den leichteren und haben mit Ausnahme des Steines von Alais, unter allen das lockerste Gefüge; sie sind aber auch zu den wenigen Meteorsteinen zu zählen, die *kein Nickeleisen* enthalten. Diefs sind aufser ihnen noch: der Stein von *Agen (Dep. Lot et Garonne),* 1814 Sept. 5, der von *Chassigny* in der Champagne, 1815 October 3; der von *Jonzac*: 1819 August 13, der von *Juvenas*: 1821 August 15; der von Wessely in Mähren, 1831 Sep. 9. u. a. m.

1812 August 5, 2 Uhr Morgens: Stein von *Chantonnay* in der Vendée s. Chladni p. 301. — Berzelius hat

diesen Stein, ebenso wie den von Alais und die beiden folgenden einer ausgezeichneten chemischen Analyse unterworfen und in dem geschlemmten Steinpulver, aus dem alle Körnchen von Nickel- und Schwefeleisen mit dem Magnete ausgezogen waren: 51,12 *lösliches* (*A*) und 48,88 *unlösliches* Mineral (*B*) gefunden (Pogg. Ann. Bd. 33, S. 27).

Es enthielten:

	A.	*B.*	
Kieselerde	32,607	56,252	
Talkerde	34,357	20,396	
Kupfer	—	3,106	
Eisenoxydul	28,801	9,723	
Manganoxydul	0,821	0,690	
Nickeloxyd	0,456	0,138	spec. Gew. = 3,46
Thonerde	—	6,025	
Kali und Natron	0,977	1,512	
Chromeisen	—	1,100	
Verlust	1,971	1,070	
	99,990.	100,012.	
(In Pogg. Ann. steht:	100,000.	100,000.)	

1813 December 13: Stein von *Lontalax* im Kirchspiele Switaipola in Finnland (von Chladni S. 303 angeführt als gefallen 1814 im März).

Dieser Stein gehört zu der Klasse von Meteorsteinen, welche aufser einem *augit*- und *labradorartigen* Bestandtheil noch einen *olivinartigen* besitzen. Berzelius hat zwar diesen Stein analysirt (Pogg. Ann. Bd. 33, S. 30), aber nur zum Theil, da ihm nicht die aschgraue Hauptmasse, sondern nur das in derselben zerstreut vorkommende weifse blättrige Mineral zu Gebote stand; diefs war in Säure löslich und enthielt:

Kieselerde	37,411	
Talkerde	32,922	
Eisenoxydul	28,610	
Manganoxydul	0,793	spec. Gew. = 3,07
Thonerde	0,264	
Kupfer- u. Zinnoxyd, Alkali	Spur	
	100,000.	

Zu derselben Klasse von Meteorsteinen gehören u. A. die Steine von *Mässing*, *Nobleborough* und *Castine*.

1815 Februar 18, gegen 12 Uhr Mittags. Grofser Steinfall von *Dooralla* in dem Gebiete der Seikh. In dem *Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850 *p.* 119 befindet sich eine Originalmittheilung vom Capt. Bird aus Loodianah vom 5. April 1815 über dieses Phänomen, welche mit der im I. Nachtrage (Gilb. Ann. Bd. 68, S. 329) völlig übereinstimmt. Man erfährt aus ihr, dafs der Ort des Niederfalles 80 Meilen von Loodianah, im Gebiete des Pattialah Rajah liegt, und dafs die Brahminen und die Hindus eine fast göttliche Verehrung vor diesem Stein haben. Er wiegt 25 Pfd. und ist jetzt im Museum der Ost-Indischen Compagnie in London aufbewahrt.

1818 im Juni: Stein von *Seres* in Macedonien siehe Nachtr. VII und IX. Berzelius hat ein Stück dieser Masse untersucht (Pogg. Ann. Bd. 16, S. 611). Wann und unter welchen Umständen der Fall sich erreignet hat, ist nicht angegeben. Aus der Zerlegung der Masse ergab sich, dafs sie ein Gemenge ist von: 1) *Nickeleisen,* 2) *Magnetkies,* 3) einem durch Salzsäure leicht zersetzbaren Mineral, welches die Bestandtheile des Olivin hat, worin der Sauerstoff der Base sich zum Sauerstoff der Kieselsäure verhält, wie 3 zu 2, und 4) einem Gemenge von Silicaten, Alkali, Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, Kalk- und Talkerde, deren eigentliche Verbindung aus der mitgetheilten Analyse nicht erkannt werden konnte. Das spec. Gewicht ist = 3,71. (Das Nähere s. a. a. O.)

1820 Juni 30 zwischen 5 und 6 Uhr Ab.: Meteorstein bei dem Dorfe Lasdeni unweit *Lixna* oder *Dünaburg* (siehe Nachtr. I). Er ist schon mehrfach beschrieben worden: Gilb. Ann. Bd. 67, S. 337, Bd. 75, S. 262, *Bullet. de la Soc. philom. de Paris* 1823 Juni und von v. Eichwald in Froriep's Notizen vom Jahre 1827. Hierbei waren aber die den Fall begleitenden Erscheinungen nicht näher berücksichtigt worden, obwohl diese, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, sehr interessant gewesen zu seyn schei-

scheinen. Hr. Staatsrath v. Eichwald berichtet darüber an Hrn. Alex. v. Humboldt in einem Briefe d. d. Petersburg 1852 März 12 (cf. Pogg. Ann. Bd. 85, S. 574). Er verdankt seine Mittheilungen dem Grafen Michael v. Plater-Syberg, welcher als Besitzer von Lixna an dem Tage des Falles die näheren Umstände von vielen Augenzeugen erfahren und sie damals in sein Tagebuch verzeichnet hat. Das Wesentlichste derselben ist nun Folgendes: »Eine mit rosenrothem Feuer glänzende Feuerkugel bewegte sich mit einem Geräusch, das einer Schnarre glich, von SSO nach NNW rasch fort; ihre scheinbare Gröfse war die des Jupiter nahe dem Zenith. In weniger als einer Minute nach dem Verlöschen der Feuerkugel vernahmen die Beobachter einen donnernden Schall, der aus jener Himmelsgegend zu ihnen herabtönte. Kleine sich schlängelnde Wolken folgten hinter der Kugel her und verschwanden alsdann in der Luft in geringer Entfernung von ihr. 16 Stunden nach dem Steinfalle verhörte der Graf alle Bauern, welche die Erscheinung gesehen hatten. Die näher bei Lixna arbeitenden Bauern überzeugten sich ganz deutlich von der Kugelform des Meteores; den weiter entfernten erschien es, wie eine am hintern Ende brennende Strohgarbe, die immer gröfser werdend sich endlich in eine graue Kugel von der scheinbaren Gröfse des Vollmondes verwandelte und plötzlich unter Donnern und Krachen in grofsen Abtheilungen aus einander fuhr. Diefs Alles geschah bei heiterem Himmel. — Einige andere Bauern sahen während dieses Getöses einen schweren Körper mit starkem Zischen in den nahen Kotup'schen See fallen, dessen Wasser bis zu der Höhe eines Baumes aufspritzte. — Ein anderes Stück (das einzige, welches aufgefunden ist) fiel 20 Schritt von den arbeitenden Bauern in die umgeackerte Erde eines Feldes; der Boden unter ihnen erbebte so sehr dafs sie aus Bestürzung auf die Erde fielen. Als der Beherztere unter ihnen sich dem gefallenen Steine näherte und ihn berührte, fand er ihn so heifs, dafs er sich die Hand verbrannte. — Noch an zwei anderen Stellen

fielen ähnliche Trümmer, aber leider der eine in einen Morast und der andere in ein Flüſschen, so daſs sie gar nicht aufzufinden waren. Der auf dem Felde gefundene Stein war von auſsen ganz schwarz, hatte die Form eines Ambos und eine mit vielen Vertiefungen versehene Oberfläche; er war mit seiner Spitze 1¼ Fuſs tief in die Erde gedrungen; sein Gewicht ward auf 40 Pfd. geschätzt. — Die anfänglich geschehene Bewegung des Meteorsteines erschien als in einer nur wenig zur Erde geneigten Richtung und ging bei gröſserer Annäherung zu ihr in eine senkrechte über, wie es einer parabolischen Bahn eigenthümlich ist: die letzte Richtung des Falles war an den zwei Orten ganz senkrecht. Dieſs ist auch noch durch den Eindruck erwiesen, welchen der erreichbare Theil des Meteorsteines auf der Oberfläche der Erde gemacht hatte, wo nämlich kein schiefes Eindringen und daher kein Aufwerfen der Erde auf der äuſseren Seite, sondern nur eine senkrechte, kegelförmige Vertiefung von 1½ Fuſs Tiefe bemerkt ward, die der Gestalt des Steines entsprach und sich allmälig verschmälernd nach unten fortsetzte."

Die Fallpunkte der Trümmer befinden sich alle in einem Raume von 1600 Fad. Länge und von 1000 Fad. Breite; das specifische Gewicht beträgt 3,756. Die Höhe der Kugel bei ihrem Zerplatzen betrug 3 Werst. — Laugier hat diesen Stein zuerst analysirt und gefunden (*Bullet. de la soc. philom.* 1823. Juni.): Eisenoxyd 40, Kieselerde 34, Talkerde 17, Schwefel 6,8, Thonerde 1, Nickel 1,5, Chrom 1, Kalk 0,5, Mangan und Kupfer Spur. Eine genauere Analyse dieses Meteorsteines von Theod. v. Grothuus führt Graf Plater-Syberg in seiner Mittheilung an:

20 Eisen	+ 2	Nickel	= 22	Nickeleisen
6 Eisen	+ 3,5	Schwefel	= 9,5	Schwefeleisen
26			33,2	Kieselerde
			22	Eisenoxydul
			10,8	Bittererde
			1,3	Thonerde
			0,7	Chrommetall
			0,5	Kalkerde
			100,0	

Dieser Meteorstein gehört also zu den *mineralischen* nicht krystallinischen Aggregatmassen, die metallisches Eisen (26 Proc.) in grofser Menge enthalten; er ist von aschgrauer Farbe und sehr feinkörnig. Das *nicht-metallische* Gemenge besteht wahrscheinlich aus Körnern, oder kleinen abgerundeten Krystallen von Anorthit oder Labrador, von Olivin oder Granat und von Augit; letztere sind am gröfsten, aber weit seltener, daher nur deutlich eingesprengt, während die anderen kleinen Krystalle seine Hauptmasse ausmachen. — Zu den *metallischen Aggregaten* gehören aufser den kleinen Krystallen von Magnetkies die blätterförmig den Stein durchsetzenden Krystalle von Nickeleisen. Diese blättrige Form des Nickeleisens wird nur selten in Meteorsteinen gefunden, so u. a. in dem von Hanaruru (Sandwich-Inseln) von 1825 September, und sehr schön in dem Meteorsteine von Charsonville v. J. 1810 (Partsch a. a. O. p. 74). Der Meteorstein von Lixna gleicht im Allgemeinen einem *Dolerit,* wie einige andere Meteorsteine.

1821 Juni 15. Stein von *Juvenas* (Dep. de l'Ardèche), s. Nachtr. II. Die sämmtlichen Analysen, die wir über diesen Stein besitzen, zeigen seine grofse Aehnlichkeit mit den Steinen von *Stannern* und vor Allem mit dem von *Jonzac* (Dep. de la Charente) v. 1819, Juni 13 (Nachtr. I), so dafs das, was von dem Steine von *Juvenas* gilt, auch auf den von *Jonzac* anzuwenden ist. Beide Steine zeigen einen gänzlichen Mangel an *Nickel,* fast völliges Verschwinden des *Schwefels* und der *Talkerde,* und Ersetzung dieser Stoffe durch *Kalk-* und *Thonerde;* hierdurch unterscheiden sie sich wesentlich von den Steinen von *Lontalax,* mit welchen früher eine Aehnlichkeit erkannt wurde. — Wir besitzen von Laugier zwei Analysen der Steine von Jonzac und Juvenas (*Ann. de Chim. et de Phys. t. XI p.* 208 u. *t. XVIII p.* 421); ich will sie der Vergleichung wegen hier neben einander setzen:

	Jonzac	Juvenas
Kieselerde	46,00	40,00
Talkerde	1,60	0,80
Kalkerde	7,50	9,20
Thonerde	6,00	10,40
Eisenoxydul	32,40	23,50
Manganoxyd	2,80	6,50
Chromoxyd	1,00	1,00
Kupferoxyd	—	0,10
Schwefel	1,50	0,50
Kali	—	0,20
	98,80	92,20

Spec. Gew. = 3,09 bis 3,11.

Ganz ähnlich ist die Analyse des Steines von Juvenas von Vauquelin (*Ann. de Chim. t. XIX, p.* 264. Schweigg. Journ. Bd. 35, S. 414). Jedoch verdienen alle diese Analysen kein grofses Vertrauen, um so mehr aber die ältere Analyse von G. Rose (Pogg. Ann. Bd. IV, p. 173), welche allen späteren ähnlichen Arbeiten zum Muster gedient hat, und durch welche Rose zuerst bewies, dafs der braunschwarze, krystallisirte, körnige Gemengtheil des Steines *Augit* sey. Den zweiten oder feldspathartigen Gemengtheil hielt er aber für *Labrador*, und *nicht* für Feldspath oder Anorthit, wie Haüy und Laugier es meinten, weil er von Säuren schwierig angreifbar sey und nicht den grofsen Kaligehalt und die äufsere Form des Feldspaths zeige. Die Ansicht Mr. Upham Shepard's nun, dafs der feldspathartige Gemengtheil des Steines von Juvenas dennoch *Anorthit* sey (Sill. Journ. 2. S. Vol. II, p. 379), veranlafste Hrn. C. Rammelsberg auf die Aufforderung von Hrn. G. Rose zu seiner lichtvollen Untersuchung (Pogg. Ann. Bd. 73, p. 585). Er fand nun in 100 Theilen des Steines von Juvenas:

A. 36,77 *durch Säure zersetzbaren Theil* (*Anorthit*)

			Sauerstoff
Kieselerde	44,38		23,06
Thonerde	33,73	$\dddot{R}$	16,73
Eisenoxyd	3,29		
Kalkerde	18,07		
Talkerde	0,36	$\dot{R}$	5,59
Natron	1,03		
Kali	0,33		
Phosphorsäure	0,54		
Schwefeleisen ($\acute{Fe}$)	0,71		
	102,44		

Die Sauerstoffmengen von $\dot{R}$, $\dddot{R}$ und $\dddot{Si}$ verhalten sich hier, wie 1 : 3 : 4, gerade so wie im *Anorthit* (cf. die Analyse des Anorthit)

B. 63,23 *durch Säure nicht zersetzten Theil* (*Augit*):
100,00

Kieselerde	52,07
Thonerde	0,24
Eisenoxydul	30,81
Kalkerde	5,68
Talkerde	9,98
Natron	0,41
Chromeisen	2,13
Titansäure	0,16
	101,48

Der ganze Stein besteht demnach aus:

Anorthit	36
Augit	60
Chromeisen	1,5
Magnetkies	0,25
Apatit und *Titanit*	Spuren [1])
	97,75

1) Er ist somit einer der wenigen Meteorsteine, die Phosphorsäure als Apatit ($\dot{C}a\,\dddot{P}$) enthalten.

Die entfernteren Bestandtheile sind nun:

Kieselerde	49,23
Thonerde	12,55
Eisenoxyd	1,21
Eisenoxydul	20,33
Eisen	0,16
Kalkerde	10,23
Talkerde	6,44
Natron	0,63
Kali	0,12
Phosphorsäure	0,28
Titan	0,10
Chrom	0,24
Schwefel	0,09
	101,61

1822 Juni 3, 8 Uhr Ab. Meteorsteinfall von *Angers* (Dep. Maine et Loire). Er ist im II. Nachtr. (Gilb. Ann. Bd. 71, p. 359) nur beiläufig erwähnt. Ich erinnere hier deshalb an ihn, weil er die Identität von Feuermeteoren mit Meteoriten zu bestätigen scheint. Zu Angers erschien nämlich nach einer grofsen Hitze im Mai eine wallende Lichtmasse im S.O., die sich zerstreute; hierauf folgte eine sehr heftige Detonation in regelmäfsig folgenden Explosionen von 5—6 Sekunden Dauer. Es fielen sodann *mehrere* Steine herab, einer von 30 Unzen Gewicht; sie sind denen von l'Aigle sehr ähnlich. In *Poitiers* wurde das Phänomen als sehr helle Feuerkugel nach N.N.W. gesehen (Gilb. Ann. Bd. 71, p. 345).

1822 November 30. Steinfall von *Tuttehpore* in *Hindostan* (s. Nachtr. II), erwähnt von Partsch (a.a.O., p. 142). Upham Shepard theilte der *Amer. Ass. f. the Advanc. of Science* zu New-Haven, 1850 August, folgende Einzelnheiten über diesen Steinfall mit: er fand am Abend des 30. Nobr. 1822, 72 miles von Allahabad (in Doab) unter 25° 57' n. Br. und 80° 50' ö. L. statt. Das Meteor, aus dem der Stein herabfiel, übertraf den Mond an Gröfse und Glanz; es zog von S.O. nach N.W. Eine grofse Anzahl

von Steinen fiel herab, von denen der gröfste 22 Pfd. wiegt; der einzige noch unversehrte befindet sich in dem Cabinet von Thomas M'Pherson Grant. Dieser Stein wiegt 2 Pfd., ist oval, mit Eindrücken und Auszackungen versehen und besitzt eine braun-schwarze Rinde. Er ist feinkörnig, trachytartig und gleicht dem Steine von *Pultawa* 1811 März 12 und von *Castine* in Maine 1848 Mai 20; sein spec. Gew. ist 3,352 (*Sillim. Amer. Journ.* 2 *S. Vol. XI, p.* 367. *Edinb. New. Phil. Journ. Vol. LIII* [— *Oct.* 1852] *p.* 245).

1823 August 7 zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittag. Stein von *Nobleboro* (Maine U. S.), cf. Nachtr. IV. > Sillim. Journ. Vol. VII, p. 170 und Vol. IX p. 400. > Partsch: Die Meteoriten, p. 29). Nach einer Analyse von J. W. Webster (Phil. Mag. Bd. 63) besitzt dieser Stein einen bedeutenden Schwefelgehalt (18,3) und ebenso mehr *Chrom* als gewöhnlich (4,0) und ebenso mehr *Nickel.* — Die neueren Untersuchungen von Shepard (Sill. Journ. 2. S. Vol. VI, p. 407) haben aber weder *Nickeleisen,* noch *Magnetkies* in dieser Meteormasse entdecken können, so dafs auch dieser Stein seiner inneren und äufseren Beschaffenheit nach den Steinen von Stannern und Juvenas gleicht. Der Hauptbestandtheil ist hier wieder *Howardit*, in welchem Körner von grünlichem durchscheinenden *Olivinoid* eingesprengt sind, ebenso weifse Partikeln von *Anorthit,* schwarze Körner von *Chantonnit* und ein röthliches, hartes Mineral, welches *Granat* oder *Idokras* zu seyn scheint.

1824 Januar 13. Stein zu *Arenazzo,* unweit Ferrara, cf. Nachtr. IV u. V. Dieser Meteorstein besitzt einen glasigen Ueberzug, wie die meisten anderen Meteorsteine; während diese aber eine mikroskopisch-krystallinische, granitartige Zusammensetzung haben, ist der Meteorstein von *Arenazzo* entschieden *porphyrartig.* Nach Laugier und Cordier (*Ann. de Chim. t. XXIV, p.* 132) ist die Grundmasse (77 Proc. der ganzen) ein völlig schwarzer, glasiger Teig im Zustande der Emaille und scheint eine Mischung von Kiesel-Talk-Erde und Eisenoxydul zu seyn.

Eisenoxydul	43,00
Kieselsäure	41,75
Talkerde	16,00
Chromoxyd	1,50
Nickeloxyd	1,25
Schwefel	1,00
	104,50

Die *weifsen* eingesprengten Körner (15 Proc. der ganzen Masse) hält Cordier für ein Talkerdesilicat; die metallischen Partikelchen (8 Proc.) sind meist mikroskopisch und bestehen aus Eisen, Nickel, Chrom und Schwefel.

1825 Februar 10. Stein von *Nanjemoy* in *Maryland*, V. St. (cf. Nachtr. VI und *Sillim. Amer. Journ. Vol. IX, p.* 351 u. *Vol. X, p.* 131; Partsch a. a. O. p. 63). Nach einer neueren Untersuchung von Shepard (*Sillim. Journ.* 2. *S. Vol. VI, p.* 406) gleicht dieser Stein von Nanjemoy dem noch später zu erwähnenden von *Linn* in Jowa von 1847 Febr. 25 sehr bedeutend in Farbe und in Vertheilung des Nickeleisens und des Magnetkieses. Die Hauptmasse ist wiederum Howardit; die eingesprengten Parthieen aber Olivinoid.

1826 im September. Stein von *Waterville* in *Maine*, V. S. Dieser Meteorsteinfall findet sich in *keinem* von den Nachträgen zu Chladni's Verzeichnissen erwähnt und ich erlaube mir daher, ihn hier etwas ausführlicher zu besprechen und diesen Fall der chronologischen Ordnung zufolge hier einzuschalten.

Dieser Stein ist nach einer Mittheilung Shepard's (*Sillim. Amer. Journ.* 2. *Ser. Vol. VI, p.* 414) vom Capit. Josiah Crosby zu Waterville gefunden worden. Der Bericht hierüber, wie er bei dem Meeting der »*Assoc. of American Geologists*« im Mai 1845 zu New-Haven vorgetragen wurde, lautet: »In einer klaren sternhellen Nacht im September 1826 kam um Mitternacht ein glänzender Feuerball, scheinbar $\frac{1}{3}$ so grofs als der Vollmond, und eilte mit grofser Geschwindigkeit und einer Art von Sausen, wie bei der Annäherung eines Sturmwindes, in einer krummen

Linie zur Erde herab. Das Licht war intensiv, und der Schweif von einer konischen Form, wie die Spitze einer brennenden Kerze; er verschwand vor meinen Augen, einen Moment, ehe ich einen Knall vernahm, ähnlich dem einer kleinen Kanone. Einige Tage darauf fand ich, ungefähr $\frac{1}{4}$ Meile von dem Platze entfernt, wo ich die Erscheinung wahrnahm, ein Fragment dieses Meteorites.« Die angestellten eifrigen Untersuchungen ergaben, dafs es wirklich ein Meteorstein gewesen sei. Sein Aussehen gleicht dem eines Bimssteines, aber er ist zweimal dichter. Die Grundmasse des Steines ist hell aschgrau und an den äufseren Stellen eisenschwarz; die Oberfläche des Steines hat wahrscheinlich eine Schmelzung erleiden müssen. Der ganze Stein ist zu porös, um sein specif. Gewicht mit Sicherheit bestimmen zu können; er besteht aus folgenden Bestandtheilen:

Kieselsäure	70,00
Eisenoxydul	8,00
Thonerde	18,50
Talkerde	2,59
Kalkerde	1,90
	100,99

1826 oder 1827 im Sommer. Steinfall von *Waterloo,* in der Grafschaft *Seneca* im Staate *New-York.* Upham Shepard theilt nach einem Briefe von Prof. Root vom Hamilton College (N.-Y.) *d. d.* 1850 Jan. 6 Folgendes über ihn mit (*Sill.* 2. *S. Vol. XI, p.* 367 > *Edinb. N. Phil. Journ. Vol. LIII* [*Octob.* 1852], *p.* 248): Der aufgefundene Stein, welcher nur ein Theil der gefallenen Masse ist, welche sich in 2 bis 3 Stücke theilte, wiegt 1000 Gr. und befand sich länger als 20 Jahre unbeachtet in einer Bodenkammer des Richter Watkins zu Clinton aufbewahrt. Prof. Root schreibt u. A.: »Vor 1—2 Jahren zeigte ich einigen Herren ein Stück des Meteoreisens von Otsego; einer von ihnen bemerkte, dafs er vor mehreren Jahren von einem Steine gehört habe, welcher durch ein Dach in Waterloo, oder in der Nachbarschaft gefallen

sey. Nach einigen Nachforschungen fand ich ein Stück dieses Steines im Hause des Herrn Richters Watkins. Er theilte mir mit, dafs ein Loch in dem Dache seiner Mühle entdeckt worden sey, gerade über einer Getreidekammer, dafs eine Oeffnung in den Schindeln gemacht sey, so dafs die Dachbalken ungefähr 5 Zoll von einander abstanden, — und dafs unterhalb des Loches eine Vertiefung in dem aufgeschütteten Getreide bemerkt worden sey, welche zu einer Nachforschung und zur Auffindung des Steines führte. Die Mühle ist 4 Stockwerke hoch; mithin konnte das Loch in der Decke nicht von einem Wurfe von der Erde aus herrühren; auch glich der Stein keinem aus der Umgegend von Waterloo (Seneca-Kalkstein): er ist also meteorischen Ursprunges; der Fall fand in dem Sommer 1826 oder 1827 statt. Der Stein ward von Dr. Hale, Presid. des Geneva Coll., zertheilt; ein Stück war in der Sammlung desselben verloren gegangen; das bei Herrn Watkins aufgefundene aber erhielt Shepard zur näheren Prüfung. Zahlreiche Rattenbisse machen sich auf der Oberfläche bemerkbar; die Farbe und Textur gleicht gewöhnlichem Rhabarber; die Farbe ist hellröthlich, oder gelb. Der Stein ist wenig cohärent und mit den Fingern zerreiblich; sein spec. Gew. ist = 2,30. Er enthält eine kleine Menge schwarzer Partikelchen, die vom Magnet angezogen werden, und besteht aus:

Kieselsäure	78,80
Eisenoxyd	8,72
Thonerde	6,28
Feuchtigkeit	4,75
Kalk-, Talkerde und Verlust	1,45
	100,00

1827 Mai 9. Stein von *Nashville* in Sumner Co. V. St., cf. Nachtrag VIII, *Sillim. Amer. Journ. Vol. XVII, p.* 326 und *Vol. XVIII, p.* 200, Partsch a. a. O., p. 27. Nach diesen Berichten ging dem Falle dieses Steines ein Getöse voraus gleich dem Donner eines groben Geschützes; es bildeten sich einzelne kleine Wolken, wobei sich ein Pfei-

fen in der Luft hören liefs. Es fielen 3 Steine von verschiedener Gröfse herab; alle hatten einen verglas'ten Ueberzug:

Silliman fand in diesem Steine:

Kieselerde	40,000
Nickeloxyd	2,166
Talkerde	23,833
Thonerde	2,466
Chromoxyd	0,833
Eisenoxydul	12,000
Eisenoxyd	12,200
Schwefel	2,443
Verlust	4,069
	100,010

Spec. Gew. = 3,485.

Aufserdem besitzen wir von diesem Steine eine höchst vollständige Analyse von Dr. v. Baumhauer in Utrecht (Pogg. Ann. Bd. 66, p. 498); er giebt aber irrthümlich als Tag des Niederfallens 1827 Mai 22 an. Nach v. Baumhauer kann man nun die Zusammensetzung des Meteorsteines von Nashville in 100 Theilen also ausdrücken:

11,496 *Nickeleisen* bestehend in 100 Th. aus:

Eisen	85,021
Nickel	13,001
Kobalt	1,411
Zinn	0,567
	100,000

4,846 *Schwefeleisen* bestehend in 100 Th. aus:

Eisen	62,770
Schwefel	37,230
	100,000

1,973 *Chromeisen* bestehend in 100 Th. aus:

Eisenoxydul	30,440
Chromoxyd	69,560
	100,00

18,315

18,315			
45,062	*Olivin* bestehend in 100 Th. aus:		
		Kieselsäure	37,845
		Kali	0,056
		Natron	0,789
		Kalkerde	0,679
		Thonerde	0,508
		Talkerde	41,626
		Eisenoxydul	13,722
		Manganoxydul	4,681
		Zinnoxyd	0,094
			100,00
3,722	*Labrador* bestehend in 100 Th. aus:		
		Kieselsäure	53,200
		Natron	6,397
		Kalkerde	10,593
		Thonerde	29,805
			100,000 (?)
32,901	*Hornblende* bestehend in 100 Th. aus		
		Kieselsäure	59,176
		Talkerde	12,256
		Eisenoxydul	9,861
		Manganoxydul	0,611
		Thonerde	10,540
		Nickel-, Kupfer- u. Zinnoxyd	7,556
100,000			100,000

Wir findem demnach folgende procentische Zusammensetzung des ganzen Steines:

Schwefel	1,804
Eisen	12,816
Nickel	1,495
Kobalt	0,162
Zinn und Kupfer	0,065
Kieselsäure	38,503
Eisenoxydul	10,029
Manganoxydul	2,310
Chromoxyd	1,373
Nickel, Kupfer u. Zinnoxyd	2,528
Thonerde	4,807
Talkerde	22,789
Kalkerde	0,700
Natron	0,594
Kali	0,025
	100,000

Spec. Gew. = 3,469; nach C. Rumler = 3,58.

1828 Juni 4. Stein von *Richmond* in Virginien, cf. Nachtr. VII, *Sillim. Amer. Journ. Vol. XV, p.* 191, Partsch a. a. O., p. 40. Shepard bemerkt bei seiner neueren Untersuchung über die Meteorsteine Nord-Amerika's (*Sillim. Journ.* 2. *S. Vol. VI, p.* 411), dafs der gewöhnliche, schwarze Ueberzug den Stein nur unvollkommen bedeckte; indessen trägt die Oberfläche den Charakter einer theilweisen Schmelzung. Die allgemeine Farbe der Grundmasse, welche *Olivinoid* ist und 0,9 des ganzen Steines beträgt, ist dunkel aschgrau; durch die ganze Masse eingesprengt finden sich Punkte von einem weifslichen Mineral, welches wahrscheinlich *Howardit* ist.

1828 Ende August oder Anfang September. Masse von *Allport* in Derbyshire (wahrscheinlich aus einer Feuerkugel gefallen, s. w. u.).

1829 Mai 8. Stein von *Forsyth* in Georgia (cf. Nachtrag VIII. *Sill. Journ. Vol. XVIII, p.* 388, Partsch a. a. O., p. 57. Shepard hat eine Probe davon analysirt und gefunden (*Sill. Journ.* 2 *S. Vol. VI, p.* 406):

Nickeleisen 10 bestehend aus:

Eisen	89,00
Nickel	9,60
Chrom u. Verlust	1,40
	100,00

Howardit 70 }
Olivinoid } 10 — 15 } bestehend aus:
Anorthit }

Kieselsäure	50,00
Eisenoxydul	33,33
Talkerde	9,30
Kalkerde	5,30
Thonerde	1,80
	99,73

Magnetkies 2 — 5
Apatit Spur

1830 Februar 15, $7\frac{1}{2}$ Uhr Morg. fiel bei *Lauton* unweit *Bicester* in Oxfordshire ein 2 Pfd. wiegender Meteorstein herab; nur in Provinzialblättern fand sich eine Mittheilung hierüber vor (Pogg. Ann. Bd. 54, p. 291).

1833 November 25, gegen Abend. Meteorsteinfall bei *Blansko* in Mähren, bereits in Nachtr. IX erwähnt. Die Lichterscheinung, welche denselben begleitete, wurde auf einer Länderstrecke von 70 bis 80 Quadratmeilen gesehen; in der Mitte dieser Gegend sah man einen feurigen Körper von Norden her am Himmel ziehen, welcher Anfangs klein, dann aber mit reifsender Geschwindigkeit an scheinbarem Durchmesser zunehmend, den Augenzeugen erst in der Gröfse des Vollmondes, dann einer Tonne und endlich wie ein ganzes Haus erschien. Zwischen Lipowka und Goldenbrunn war der Lichtglanz nicht vom Auge zu ertragen; es schienen ganze Feuermassen, wie Wolken vom Himmel herniederzustürzen, wobei starke Donnerschläge weit im Lande verhallten. Obgleich Niemand einen Steinfall dabei wahrgenommen hatte, so vermuthete Herr Dr. v. Reichenbach in Blansko dennoch mit Recht ein solches Ereignifs und stellte mit 60 bis 70 Mann viele Tage lang die eifrigsten Nachforschungen an. Endlich am 6. De-

cember wurden diese Bemühungen durch einen glücklichen Erfolg gekrönt: man fand einen frisch gefallenen Meteorstein, am folgenden Tage noch zwei und späterhin noch mehrere (Jahresber. d, Schles Ges. f. 1834, p. 10.

Dieser Steinfall hat für die Kenntnifs der chemischen Beschaffenheit der Meteorsteine im Allgemeinen dadurch für uns eine so hohe Wichtigkeit erlangt, dafs der grofse Berzelius durch ihn veranlafst wurde, seine berühmte Abhandlung *»über die Meteorsteine«* (*Kongl. Vetensk. Handl. f.* 1834 > Pogg. Ann. Bd. 33, p. 1 und 113) zu schreiben, worin er nicht nur die Analysen von 6 von ihm untersuchten Meteormassen (von Blansko, Chantonnay, Alais, Lontalax, — Krasnojarsk [Pallas-Eisen] und Elbogen) giebt, sondern auch wichtige Aufschlüsse über die chemische Beschaffenheit der Meteorsteine und die Methode ihrer Untersuchung überhaupt, so wie endlich seine bekannte Entwickelung der Hypothese des lunarischen Ursprunges der Meteorsteine.

Die Analyse dieser Steine von Blansko kann als Muster und Prototyp für viele andere, ähnliche Untersuchungen dienen, sowohl in Hinsicht der Vollständigkeit und Berücksichtigung aller möglichen in den Meteorsteinen vorkommenden Stoffe, als auch darum, weil die Steine von Blansko das Glied einer grofsen Gruppe bilden, welche mehr als die Hälfte aller bis jetzt bekannten Meteormassen umfafst (s. Tabelle zu Partsch: Die Meteoriten). Die vollständige Analyse eines Gliedes derselben kann also für alle anderen gelten, und wir können somit die einzelnen Analysen aller Glieder *einer* Gruppe durch eine allgemein giltige darstellen und so einen Schritt vorwärts thun zu einer Verallgemeinerung der Resultate über die chemische Zusammensetzung der Meteorsteine, welche uns einen klaren Blick in die allgemeine Beschaffenheit, und vielleicht auch in den wahren Ursprung dieser Massen gestattet.

Nach der Analyse von Berzelius bestehen die Steine von *Blansko* aus folgenden näheren und entfernteren Bestandtheilen:

17,15 *Nickeleisen* bestehend in 100 Th. aus:

Eisen	93,816
Nickel	5,053
Kobalt	0,347
Zinn und Kupfer	0,460
Schwefel	0,324
Phosphor	Spur
	100,00

42,67 *Silicat* von *Talkerde* und *Eisenoxydul,* worin Basen und Kieselerde gleich viel Sauerstoff enthalten, nebst etwas *Schwefeleisen: lösliches Mineral,* bestehend in 100 Th. aus:

Kieselerde	33,084
Talkerde	36,143
Eisenoxydul	26,935
Manganoxydul	0,465
Nickeloxyd	0,465
Thonerde	0,329
Natron	0,857
Kali	0,429
Verlust	1,273
	100,020 (?)

39,43 *Silicate* von *Talkerde* und Eisenoxydul, gemengt mit *Silicaten* von *Alkali, Kalk* und *Thonerde,* worin die *Kieselerde* doppelt so viel Sauerstoff enthält, als die *Basen: unlösliches Mineral* und

0,75 *Chromeisen* und Zinnstein enthalten in 100 Th.:

Kieselerde	57,145
Talkerde	21,843
Kalkerde	3,106
Eisenoxydul	8,592
Manganoxydul	0,724
Nickeloxyd	0,021
Thonerde	5,590
Natron	0,931
Kali	0,010
Chromeisen	1,533
Verlust	0,505
	100,000

100,00

Das spec. Gew. ist nach C. Rumler = 3,70.

Aufser

Aufser diesen bereits in dem Verzeichnisse von Chladni und seinen 9 Nachträgen erwähnten Meteorsteinfällen (mit Ausnahme der von Waterville, Allport und Bicester), über die ich nur ergänzende und vervollständigende Nachrichten geben wollte, finden sich noch einige andere Nachrichten vor, die in jenen Nachträgen gar nicht erwähnt werden, die aber trotz des Mangels an näherer Beschreibung einen gewissen historischen Werth besitzen:

1618 fielen in Muraköz drei Steine je 1 Centr. schwer (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1642. Steine zwischen Ofen und Gran (*ib.*).

1671 Febr. 27. Meteorstein in der Ortenau (Württemb. Jahrb. 1850, I).

1676. Stein in Dalmatien (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1692. Stein bei Temeswar (*ib.*).

1717 und 1740. Steine an der Donau (*ib.*).

1808, 1812, 1814, 1816, 1820. Steine in Ungarn (*ib.*).

1822 August 7. Meteorsteinfall bei dem Dorfe *Kadonah* in dem District von *Agra* in Persien (*ib.*).

1833. Stein bei Presburg (*ib.*).

1833 Ende November fiel zu *Kandahar* in Indien ein so starker Aerolithenregen, dafs mehrere Dächer durchlöchert wurden und einstürzten. Es folgte ein dichter Nebel, welcher 3 Tage die Sonne verbarg, — eine dort unerhörte Erscheinung. (*Ann. des Voyag.* 1834. *II. p.* 415). In den *Comptes Rendus t. III, p.* 51 findet sich noch die Notiz, dafs Zelfé-Rar Aly Khan, Sohn des Olimala, in dem Hofe seines Hauses von einem dieser Steine, welcher 3 Seers wog, erschlagen wurde. — Gerade zu dieser Zeit fand übrigens der berühmte Steinfall bei Blansko statt.

1834. Steinfall bei Zala in Ungarn (Sadler in Oesterr. Bl. f. Liter. 1847. No. 86).

1834 Juni 12 fiel zu *Charwallas*, 40 englische Meilen von Delhi, gegen 8 Uhr Morgens ein 12 Seer schwerer Stein mit grofsem Getöse in den Pferch eines Hirten (Engl. Blätter). Partsch erwähnt diesen Stein (a. a. O., p. 143). Ein Stück davon befindet sich im Besitze des Naturhist.

Museums der Universität zu Edinburg; sein Gewicht ist 7—8 Pfd. Nach einer Beschreibung von Shepard (*Sill. Amer. Journ.* 2 *S. Vol. XI, p.* 36), der ihn in Edinburg sah, ist er einer der weichsten Steine, mit Ausnahme der von Chantonnay und von Cabarras; er ist mit Eisenrost angefüllt und gleicht verwittertem, feinkörnigem Granit. Deshalb ist es auch schwierig, die Mineralspecies zu erkennen mit Ausnahme des Nickeleisens; indessen scheinen Olivinoid und eine Feldspath-Species die Hauptingredienzien zu seyn. Das Chlor des Eisenchlorid, welches sich beim Aussetzen der Luft zeigt, ist vielleicht nicht ursprünglich gewesen, sondern erst später hereingekommen. Das specif. Gew. ist = 3,38; er enthält 15,07 Procent Nickeleisen mit Spuren von Schwefel; aufserdem noch Kieselsäure, Thon, Talk- und Kalkerde und Eisenoxydul.

1834 Dec. 15—16 fielen zu *Marsala* an der Westküste *Siciliens* bei gewaltigem Sturme, Gewitter und Hagel eine grofse Anzahl von Aerolithen von sphäroidischer Gestalt, gelblicher Farbe und von aufserordentlicher Festigkeit und Härte (Schles. Zeitg. 1835 Febr. 5).

II. Nachrichten über die mit Feuermeteoren herabgefallenen Substanzen bis zum Jahre 1835 (s. 6te Abtheilung v. Chladni's Verzeichnifs).

Ist unsere Kenntnifs von den wirklich herabgefallenen Stein- und Eisenmassen immer noch eine mangelhafte zu nennen, namentlich, was die Ursachen der ihrem Zusammentreffen mit unserer Erdoberfläche vorhergehenden und der dieselben begleitenden Umstände betrifft, so sind wir über die Frage, ob mit manchen Sternschnuppen und Feuerkugeln wirklich materielle Substanzen auf unsere Erde gelangen, oder nicht, noch mehr im Unklaren.

Wir besitzen hierüber nur wenige und ziemlich ungenaue Nachrichten; es ist in der That schwierig, ja in den meisten Fällen unmöglich, den Punkt auf unserer Erde, wo die Sternschnuppen in der Dunkelheit der Nacht niederzufallen scheinen, mit solcher Gewifsheit wieder auf-

zufinden, dafs man bestimmt die vermeintliche Substanz würde daselbst aufsuchen, oder gar wirklich finden können.

Gelangen die Sternschnuppen und Feuerkugeln wirklich auf unsere Erde, so geschieht diefs entweder nur als *Meteorstaub* (d. h. *unorganischer*), welcher vermöge der Kleinheit seines Volumens und der Lockerheit seiner Textur sehr oft dem Auge des Menschen entgeht, — oder aber als schleimige, gallertartige Masse, welche nur höchst selten wirklich aufgefunden ist. — Die meisten Sternschnuppen freilich, und diefs sind die entfernteren, gehen bei der Erde vorüber und lösen sich nicht von dem Verbande ab, welcher die meisten Sternschnuppen *eines* Systemes unter einander verbindet.

Die Behauptung, dafs die Sternschnuppen aus schleimigen Substanzen beständen, ist schon von Paracelsus, Merret, Morton und anderen Naturforschern aufgestellt worden. So versichert auch Muschenbroek, dafs er mit eigenen Augen Etwas aus den Sternschnuppen habe fallen gesehen. Schwabe in Dessau untersuchte in den zwanziger Jahren eine auf einer feuchten Wiese gefundene gallertartige Masse und erkannte sie als *Tremella nostoc L.* (Kastn. Archiv Bd. VII. S. 428). Wegen der äufseren Aehnlichkeit mit einer anderen, von Buchner gefundenen Masse (ib. Bd. V. S. 132) glaubte er zu dem Schlusse berechtigt zu seyn, dafs auch diese Substanz, und im Allgemeinen alle Sternschnuppensubstanzen, nichts Anderes, als diese Tremella seyen (Schweigg. Jahrb. der Chem. und Phys. N. R. Bd. XIX. S. 391). Dr. R. Brandes dagegen fand es bei einer ihm übersandten gallertartigen Masse von weifser Farbe, welche mit einer feinen, sehr weifsen Haut überzogen war und in der Trockenheit sehr schnell zusammenschrumpfte, für sehr wahrscheinlich, dafs diese Masse der durch Wasser sehr stark aufgequollene Laich einer Schnecke sey und vielleicht von *limax rufus*, *l. agrestis*, *l. stagnalis etc.* herrühre (ib. S. 394). Andere hielten diese Substanzen für halbverweste Frösche, Kröten u. s. w., oder für deren Excremente. Hauptsächlich sind es aber 3 Pflan-

zenkörrper, welche von den Meisten für Sternschnuppenmaterie gehalten worden sind: 1) *Actinomyce meteorica alba* (*Tremella meteorica*), als die gewöhnliche Sternschnuppenmaterie, 2) *Nostoc commune:* das Kleinod der Alchimisten, 3) *Aethalium flavum,* (cf. Ehrenberg in Pogg. Ann. Bd. 18, S. 477 ff.).

So unsicher und schwankend sind noch immer die Ansichten über diese vermeintlichen Sternschnuppensubstanzen, und es wird wohl noch eine geraume Zeit verfliefsen, ehe wir darüber zur Gewifsheit gelangen werden, ob es überhaupt eine solche gebe, oder nicht, geschweige über ihre wahre Natur. Hierzu sind vor Allem eine grofse Anzahl von sicheren Beobachtungen und festgestellten Thatsachen nöthig, und diese fehlen uns bis jetzt noch, wie man aus dem unten folgenden Verzeichnisse der Nachrichten hierüber ersehen kann.

Zugegeben aber, dafs es nun wirklich *Sternschnuppenmaterie* giebt, so werden wir doch jedenfalls, nach ihrer bis jetzt erforschten Beschaffenheit veranlafst (wenn wir die Sternschnuppen und Feuerkugeln zu den *feurigen Meteoren* rechnen), dieselbe als Residuum und Niederlagerung mancher Sternschnuppen und Feuerkugeln, zu den *feuchten Meteoren* zu zählen, ähnlich den blutartigen Färbungen des Regenwassers, der Seen, Flüsse, Bäche und feuchten Stellen des Bodens.

Es ist übrigens ein eigenthümlicher, nicht zu übersehender Umstand, dafs von allen den Niederfällen der sogenannten Sternschnuppensubstanzen die verschiedensten Augenzeugen und Auffinder derselben so übereinstimmende und beinahe gleichlautende Beschreibungen und Berichte geben, dafs man an die Möglichkeit einer mit den Sternschnuppen und Feuerkugeln herabfallenden Materie wohl glauben kann, um so mehr, als in der neueren Zeit mehrere beglaubigte Beispiele vorhanden sind, dafs Feuersbrünste durch Feuerkugeln entstanden seyen, wie z. B. 1846 Jan. 16 und März 22.

Chladni gebührt hier abermals das Verdienst, in seinem

Verzeichnisse der Feuermetore (6te Abtheilung seines Werkes) zuerst auf diesen Gegenstand eine gröfsere Aufmerksamkeit gelenkt zu haben. Freilich ging er in seinem enthusiastischen Eifer für die aus den fernen Himmelsräumen zu uns gelangenden »Weltspäne« zu weit, indem er »diese beobachteten Niederfälle von rothem, schwarzem und ananderen Staube (sogenannten Staub- Blut- und Schlammregen), so wie auch manche Niederfälle einer bituminösen gallertartigen, dem geronnenen Blute ähnliche Substanz, von den nach Erscheinung einer Feuerkugel erfolgten Stein- oder Eisenniederfällen nicht wesentlich verschieden hielt.« (Chladni a. a. O. S. 60.)

Aber er hat dessenungeachtet die Bahn für derartige Untersuchungen gebrochen, indem er durch sein Verzeichnifs ein wichtiges Material lieferte.

Die Fortschritte der Naturwissenschaften, namentlich die der Kenntnifs der »kleinsten Welt,« der mikroskopischen Organismen, mögen sie nun dem Thier- oder Pflanzenreiche angehören, haben wesentlich dazu beigetragen, die wirklich als *terrestrisch* anerkannten Producte der meteorischen Niederfälle von den noch räthselhaft und unerklärt gebliebenen gallertartigen Materien zu trennen, die mit den Sternschnuppen und Feuerkugeln allem Anscheine nach herabgefallen sind und eine so grofse Verschiedenheit von den sonst aufgefundenen meteorischen Massen zeigen, dafs man sie füglich nicht mit jenen vereinen kann. Wenn daher Chladni in seinem Verzeichnisse von Feuermeteoren und in den Nachträgen dazu, ebenso v. Hoff in den seinigen, alle die Nachrichten über Staubniederfälle, Blut- und anderen Regen, und sonstige herabgefallene Materien unter einander vermischt und nur in eine chronologische Ordnung gebracht haben, so will ich in diesem *zehnten Nachtrage* nur diejenigen Nachrichten mittheilen, welche sich auf die Niederfälle von Materien aus Sternschnuppen oder Feuerkugeln beziehen, sey es, dafs sie wirklich als solche beobachtet, oder dafs sie nur aufgefunden und für Sternschnuppenmaterie gehalten worden sind.

In Betreff jener anderen meteorischen Ereignisse und der Sammlungen von Nachrichten darüber erlaube ich mir auf die höchst gediegenen und interessanten Arbeiten von Nees v. Esenbeck (Anhang zu Rob. Brown's vermischte botan. Schriften Bd. I.), Ehrenberg (Pogg. Ann. Bd. XVIII., sein grofses Infusorienwerk (1839), Monatsberichte d. Berl. Acad. d. Wiss. v. 1847 bis 1851), Goeppert (Ueber die sogenannten Getreide- und Schwefelregen in Pogg. Ann. Bd. XXI. S. 550) und Cohn (Ueber blutähnliche Färbungen durch mikroskopische Organismen in den Ber. d. Schles. Gesellsch. f. vaterl. Cult. f. 1850) hinzuweisen. Man findet in ihnen Alles, was uns über diese terrestrischen Erscheinungen organischen Ursprungs Aufschlufs zu geben vermag.

Da es aber bis jetzt an einer ähnlichen Zusammenstellung aller positiven Nachrichten über die sogenannte Sternschnuppenmaterie fehlt, so will ich in folgendem Verzeichnisse versuchen, eine solche zu geben, weit davon entfernt, zu glauben, dafs sie eine ebenso vollständige, wie jene, werden könne. Man hat bisher viel zu wenig auf diese Erscheinung geachtet, und, weil diese aufgefundenen Substanzen so leicht vergänglich sind, entgehen sie auch von selbst einer weiteren genaueren Untersuchung. Es ist daher vielleicht ein nicht ganz unnützes Unternehmen, alle diejenigen Nachrichten über derartige Erscheinungen zu sammeln und aus dem, was in ihnen Gemeinsames und Uebereinstimmendes gefunden wird, Folgerungen zu ziehen in Betreff der physischen Natur jener für uns noch so räthselhaften Himmelskörper, die allem Anscheine nach aus den fernen Räumen unseres Sonnensystems zu uns gelangen und, von der überwiegenden Anziehungskraft unserer Erde gefesselt, entweder sich mit ihr vereinigen, oder doch in ihrer Bahn so modificirt werden, dafs sie gezwungen sind, wenn auch in anderer Weise als unser Mond, mit der Erde und innerhalb ihrer Attractionssphäre die Sonne zu umkreisen.

Da die von Ehrenberg ausgesprochene Ansicht (Ber. der königl. Acad. der Wiss. zu Berlin 1847 S. 333) eine

sehr annehmbare erscheint, nämlich, »dafs die zuweilen gleichzeitigen Aerolithen und Feuermeteore, die von gelbem, massenhaftem Staub- und Blutregen begleitet werden, *im Falle* sie aufserhalb der Erdatmosphäre bestehen und aus den fernen Welträumen kommen, aus den Staubnebelschichten der oberen Atmosphäre einen Theil mit herabdrängen, welcher ohne diefs nicht, oder nur in Afrika herabgekommen wäre;« so will ich in meinem Verzeichnisse auch alle *die* Nachrichten mit aufnehmen, bei denen mit der Erscheinung eines Feuermeteors ein Staub- oder Blutniederfall stattgefunden hat. Hiernach sind diese aus mikroskopischen Organismen bestehenden meteorischen Niederfälle wohl zu trennen von den unorganischen Bestandtheilen der Meteorsteine, und es ist, wie gesagt, sehr schwierig zu entscheiden, ob die nach einer Feuererscheinung in der That aufgefundenen Substanzen wirklich Sternschnuppenmaterie seyen, oder zufällig dahin gelangte organische Formen. Erst festgesetzte, genaue Beobachtungen aller dieser Erscheinungen werden uns darüber belehren.

Wenn aber auch erst spätere Forscher das Wesentliche von dem Unwesentlichen werden scheiden können, so mufs es doch für jetzt gestattet seyn, auch unbedeutender scheinende Umstände dabei anzuführen, eben, weil wir nicht wissen können, ob sie bei einer späteren Erklärung und Interpretation dieser Erscheinungen nicht von Nutzen, oder gar nothwendig seyn können.

Damit nun aber alle auf solche aus Sternschnuppen und Feuerkugeln herabgefallenen Substanzen bezüglichen Nachrichten in möglichster Vollständigkeit leichter gefunden und mit einander verglichen werden können, habe ich in diesen Nachtrag der Nachrichten über die mit Feuermeteoren herabgefallenen Substanzen (bis zum Jahre 1835) auch noch alle diejenigen Nachrichten aufgenommen, welche bereits Chladni und v. Hoff in ihren Verzeichnissen mitgetheilt haben. Ich hoffe, dafs die dadurch gewonnene Uebersichtlichkeit dieser Erscheinungen diese Wiederholung

einigermafsen entschuldigen wird. Die übrigen meteorischen Erscheinungen sehe man in den trefflichen Verzeichnissen von Ehrenberg und Goeppert nach.

333? Ein Meteorsteinfall in *China* mit einem Feuermeteore, von dem sich eine gelbe Wolke von Rauch und Dampf weit hin verbreitete. (Nach Matuanlin v. Abel-Remusat. Journ. d. Phys. Mai 1819 (Chladni-Ehrenberg).

1110 war in *Armenien* ein rother Staubfall mit einem Feuermeteore und vermuthlichem Meteorsteinfalle. Nach der Armen. Chron. d. Matthaeus v. Edessa in der *Bibl. du Roi t. IX.* (Chl.>Ehr.)

1438? Flüssigkeit, wie geronnenes Blut mit einem Staubfalle und Feuermeteore bei *Luzern* im Sommer. Das Meteor zog vom Rigi nach dem Pilatus, wie ein fliegender Drache (Chl.>Ehr.).

1548 November 6 zog Nachts zwischen 1 und 2 Uhr von Abend nach Morgen im *Mansfeldischen* eine mit einem ungeheuren Knalle platzende Feuerkugel; dabei fiel eine röthliche Flüssigkeit, wie zertriebenes und geliebertes Blut. Nach Spangenberg's Mansf. Chron (Chl.>Ehr.).

1560 December 24 um die Mittagszeit rother Niederschlag mit Feuermeteor, bei heiterem Himmel und vielleicht Meteorsteinfall bei *Lillebonne.* Das Meteor entzündete ein Pulvermagazin (Chl.>Ehr.).

1586 December 3 in der Nacht fiel bei *Verden* im Hanöverschen eine theils blutrothe, theils schwärzliche Substanz mit einem Feuermeteore auf die Erde (Chl.).

1618 war in der zweiten Hälfte des August ein grofser Steinniederfall mit Blutregen und Feuermeteor in *Steyermark,* District der Mur, Gränze von Ungarn, mit schwarzer Wolke (Chl.>Ehr.).

1623 August 12 zwischen 4 und 5 Uhr Abends Blutregen zu *Strafsburg* aus einer dicken, rothen Wolke mit Feuererscheinung (Chl.).

1652 im Mai hat nach den *Misc. Ac. nat. curios. December* 1690 *p.* 120, Christian Menzel des Nachts auf einer Reise zwischen Siena und Rom eine sehr helle Sternschnuppe ganz in der Nähe niederfallen sehen, die ihren Glanz bis an das Ende beibehielt. Er fand an der Stelle eine durchscheinende schleimige und klebrige Substanz, die hernach vertrocknete (Chl.).

1718 März 24, 7 Uhr Abends sah man auf der Insel *Lethy* einen grofsen feurigen Klumpen herabfallen; als er die Erde erreichte that er einen grofsen Knall. Als man an dem folgenden Tage an den Ort des Niederfallens kam, fand man einen Haufen von gallertartiger Materie, die fast wie Silberschaum glänzte (Chl.).

1721 fiel in der Mitte März blutig rother Schlammregen nach einem merkwürdigen Meteor in *Stuttgart* (Chl. > Ehr.).

In demselben Jahre war der Brand der Peterskirche zu *Riga* wahrscheinlich durch eine Feuerkugel veranlafst (Chl.).

1749 November 4 hat im Atlantischen Meere ein Stück einer Feuerkugel an einem Schiffe den mittleren Topmast zerschlagen und fünf Menschen niedergeworfen (Chl.).

1759 Juni 13 Feuersbrunst durch eine Feuerkugel zu Bazas (Chl.).

1761 November 11/12 in der Nacht veranlafste zu *Chamblan* bei Seurre in der Bourgogne eine Feuerkugel eine Feuersbrunst (Chl. und *Ac. de Paris* 1838 *Juli* 9).

? Zwischen 1763 und 1781: In den *Commentariis de rebus in scientia naturali et medicina gestis. t. XXVI. p.* 179 findet sich die Nachricht von einer an der Stelle des Niederfallens einer Feuerkugel bei *Coblenz* gefundenen grauen, schwammigen Masse (Leuchtkugel? Chl.)

1796 März 8, 10 Uhr Abends, Niederfall einer schaumigen und klebrigen Masse in der *Ober-Lausitz* nach einer Feuerkugel, die in ganz Nord-Deutschland gesehen worden ist. Eine der merkwürdigsten Massen, die wir von dieser Art kennen. (Das Nähere s. Chladni S. 374.)

? In Gilbert's Ann. Bd. 6, S. 235 meldet Benzenberg, dafs nach einer Erzählung von Bergmann in *Suchtelen* bei *Crefeld* ein Klumpen Feuer herabgefallen und später ein Klumpen von Materie gefunden sey, so grofs wie der Kopf eines Kindes, gallertartig und schlüpfrig, dafs es ihm aus den Händen glitschte (Chl.).

1799 war vom 20. October bis 3. November und am 13. November in *Cumana* die Atmosphäre mit einem röthlichen, trocknen Dunste erfüllt. Es war die Zeit des so merkwürdigen grofsen Sternschnuppenfalles. (A. v. Humb. Relat. histor. I. LIV. p. 510 > Ehr.)

»1803 Januar 21 zwischen 11 und 12 Uhr Abends beobachtete Pastor Schmidt zu Festenberg zwischen Barsdorf bei *Bojanowo* und dem Schlosse zu *Tribusch* auf einer Reise in Begleitung seines Zöglings und eines Bedienten, gegen den südlichen Horizont im Sternbilde der Schlange des Ophiuchus, eine Sternschnuppe gewöhnlicher Art: diese wendete sich gegen NO; dehnte sich während ihres Falles zur Gröfse einer gewöhnlichen Kegelkugel von bläulich rothem Feuer aus und fuhr vor den Reisenden über die Köpfe der Pferde mit einem Gezisch, wie Wasser auf glühendes Eisen, schnell dahin, so dafs die Pferde erschraken und aus einander sprangen. Die Sternschnuppe zerplatzte über dem Strafsengraben auf dem mit Schnee bedeckten Felde ohne Knall. Am anderen Morgen fand sich auf dieser selbigen Stelle ein nicht ganz geregelter, aber doch mehr runder, als eckiger Fleck von gallertartiger Materie, ohne gefroren zu seyn, von blaugrünlicher Farbe und von schwefelsaurem Geruche (?). Der Umfang dieses Fleckes betrug in seiner gröfsten Ausdehnung $11\frac{3}{4}''$ und in der kleinsten $9\frac{1}{2}''$. Die Mäntel der Reisenden und die Haare der Pferde waren noch bis zum folgenden Morgen mit gelblichen feuchten, handbreiten Streifen bedeckt, die nach Schwefel rochen. (Nach einer Mitth. des Grafen Reichenbach in den Ber. der Schles. Gesellsch. für d. J. 1834). Dieser Fall ist einer der wenigen Beispiele, dafs mit einer Sternschnuppe wirklich eine Substanz herabgefallen

sey und dürfte daher vielleicht der Beachtung nicht ganz unwerth seyn.

1811 im Juli Abends 10 Uhr: Schleimige Substanz nebst einer explodirenden Feuerkugel bei *Heidelberg* (Gilb. Ann. Bd. 66, S. 329 und Bd. 68, S. 350).

1813 März 8, 2 Uhr Nachmittags. Flüssige brennende Substanz nebst Feuermeteor (Nachtr. I).

1819 August 13 zwischen 8 und 9 Uhr Abends: Feuerkugel zu *Amherst* in *Massachusets* von silberweifsem Lichte, welche mit einer heftigen Explosion dicht vor den Häusern erlosch. Am anderen Morgen wurde eine schleimige Substanz von schüsselförmiger Substanz gefunden, welche nach einigen Tagen bis auf einen geringen, dunkelfarbigen Rückstand verdunstete. Verhält sich die Sache wirklich so, wie sie in *Sillim. American. Journ. Bd. II.* und Gilb. Ann. Bd. 71 beschrieben ist, so gehört dieser Fall, ebenso wie der von 1803, zu den merkwürdigsten, die wir in dieser Beziehung kennen.

1824 December 17 6½ Uhr Abends fiel zu *Neuhaus* in *Böhmen* eine brennende harzige, oder klebrige Masse mit einer Feuerkugel (Nachtr. I).

1828 oder 1829 wurde zu *Allport* in *Derbyshire* gegen *Ende August* oder *Anfang September*, 3 Uhr Nachmittags ein heller Schein über den Himmel hinwegziehen gesehen; er explodirte mit lautem Geräusch und es fielen Stücke auf ein Grasfeld. Die Analyse von Dr. R. A. Smith ergab folgende, von allen sonstigen Meteormassen verschiedene Zusammensetzung (*Rep. of the Britt. Ass. f.* 1850):

Schwefel	22	
Kohle	43,59	
Eisenoxyd	34,09	spec. Gew. = 2
	99,68.	

1829 Nov. 19 10 Uhr 5 Min. Ab. wurde in *Prag* eine Feuerkugel gesehen, welche über ein frisch geackertes Feld beim Zerspringen als ein Feuerstrom dahinzog; am anderen Morgen will Hallaschka eine Masse gefunden

haben, von welcher Art aber diese gewesen sey giebt er nicht an (Nachtr. VII).

1833 November 12/13 sollen in verschiedenen Gegenden Nordamerikas bei dem grofsartigen Sternschnuppenphänomene mit diesen Feuermeteoren Substanzen herabgefallen seyn. Olmsted hat in seiner Abhandlung über diefs November-Phaenomen (*Sillim. Amer. Journ. Bd.* 25 *und* 26) die Thatsachen zusammengestellt, welche hierauf Bezug nehmen. Diese sind nun:

1) H. Garland von der Nelson C°. theilt mit (Richmond Enquirer) dafs ein grofser Wassertropfen auf eine Tonne gefallen sey; er sah sogleich nach und fand eine Substanz von dem Aussehen und der Gröfse eines 25 Cent.-Stückes, ähnlich geronnenem Eiweifs, oder noch mehr, wie Gallert.

2) In *Rahway* (N. Jersey) sahen mehrere Personen feurigen Regen auf den Boden fallen und bei näherer Prüfung fand man »Klumpen von Gallerte«.

3) In *Newark* (Neu Jersey) fand man gleich nach Sonnenaufgang eine gallertartige Masse, die man ihrer sonderbaren Structur wegen für meteorischen Ursprungs hielt; sie glich weifser Seife, war wenig elastisch und verdampfte leicht bei Anwendung von Wärme.

4) Zu *West-Point* sah eine Frau bei Sonnenaufgang etwas vor sich niederfahren, sie fand eine runde, abgeplattete Masse von der Gröfse einer Obertasse, kleisterähnlich und so klar, dafs sie den Boden dadurch erblicken konnte.

5) In *Hardford* wurde ein Einwohner durch eine gegen seine Fenster schlagende Feuerkugel aufgeweckt.

III. Nachrichten von Feuerkugeln.

1. Wirkliche Feuerkugeln.

Diese Unterabtheilung umfafst alle diejenigen Erscheinungen (d. h. nur die in den früheren Verzeichnissen noch nicht erwähnten), von denen es selbst in dem frühesten Alterthum erwiesen zu seyn scheint, dafs sie Feuer-

kugeln gewesen sind, wirkliche »βολίδες ἀστραπῶν«; Plinius sagt von ihnen nach der Meinung der Alten über die Identität der Feuerkugeln und Blitze (*Hist. nat. II,* 26): „*Ita differre a lampadibus, i. e. facibus, quod faces vestigia longa faciant, priore ardente parte; bolis vero perpetuo ardens longiorem trahat limitem.*"

Ich trenne hier von den folgenden Nachrichten alle diejenigen, die blofs mit „*faces*" oder „*ignis*", oder „*acies vel hastae igneae*" u. a. m. bezeichnet sind, um diese in der zweiten Unterabtheilung sodann mitzutheilen; vielleicht dafs später ein oder der andere Fall unter die wirklichen Feuerkugeln eingereiht werden kann.

89 a. Chr. (91). *Sub ortu solis globu signis a septentrionali regione cum ingenti sono coeli emicuit (in Italia) ..... In Vestinis per dies septem lapidibus testisque pluit ... (Lycosth. l. c. p.* 203) [1]).

89 a. Ch. (91). *In Spoletino colore aureo globus ignis ad terram devolutus, maiorque factus e terra ad orientem ferri visus, magnitudinem solis obtexit (Lyc.)*

86 a. Chr. (88). *Stratopedo sidus ingens coelo demissum (Lyc.).*

73 a. Chr. (75). *Lucullus contra Mithridatem pugnaturus quum iam copias in aciem educeret et nullo prorsus indicio praecedente ingens flammeum corpus, aëre repente confracto, intra duos exercitus est elapsum. Erat id corpus forma quidem dolio, argento vero ignito colore persimile (Lyc. ex Plut. in vita Luculli).*

42 a. Chr. (44): Unter den von Lycosthenes f. 220—224 angeführten Wunderzeichen bei Caesar's Tode werden auch einige auf Feuerkugeln bezügliche Nachrichten mitgetheilt.

Post Christum.

72 April 8. *Sidus gladii figura in coelo apparuit urbi (Hierosolymae) immanens die, qui octavus erat mensis Aprilis (Lyc.).*

1) Diese Nachricht, so wie die folgenden sind sonderbarer Weise von Chasles nicht in seinem Katalog aufgenommen. D. V.

187, 192, 194. Häufige Sternschnuppen oder Meteorschauer [1]).

? 412 . . . *Gainas fortissimus ille Scytha qui Romanum invasit magno cum exercitu imperium . . . eas insidias stella ensis speciem referens portendit, quae supra modum splendida fuit (qualem nunquam antea apparuisse in literarum memorium relatum est) supra urbem ipsam relucens et a summo prope coelo ad terram ipsam pertingens (Lyc.)*

457. *Super insulam Brittanniae stella mirae magnitudinis apparuit, cuius radio globus igneus draconi similis adhaerebat. Ex cuius ore duo radii procedebant, quorum unus ultra Gallium se extendebat, alter vero versus Hispaniam tendens in septem minores radios terminabatur. (Lyc.)*

533. 556. 557. Sternschnuppenschauer.

584 *en Décembre. Un globe de feu parcourt le ciel dans le milieu de la nuit et repand une vive clarté au loin. Des lueurs trés-vives s'attaquent, se séparent et s'éteignent. Le ciel est tellement éclairé, qu'on croît voir naître l'aurore (Quet.)*

585 September 26. Sternschnuppenschauer.

585 October 23 (26). „*Pendant trois nuits des feux tombent du ciel — un globe de feu étincelant et produisant un grand bruit tombe sur terre*“. *(Quet.)*

587. *Des signes paraissent dans le ciel. Un globe de feu tombe sur terre avec un grand bruit (Quet.)*

587 Januar 1. *A minuit après une grande pluie l'on vit en l'air une grosse malle de feu-étincelante, qui errait çà et là. (Chasles Catal. II.: Extr. de l'Hist. des antiquit. de Paris.)*

590. *In hoc anno tautus terris nocturno tempore splendor inluxit, ut medium putaris diem: sed et globi ignei*

1) Da ich beabsichtige, später ein besonderes Verzeichnifs aller *aufsergewöhnlichen Sternschnuppenerscheinungen* zu veröffentlichen, so erlaube ich mir in Bezug auf die näheren Angaben der hier nur historisch-mitgetheilten Meteorschauer auf dasselbe im Voraus zu verweisen.

Der Verf.

similiter per noctis tempora saepius per coelum cucurrisse, incendiumque illuminasse visi sunt (*Perrey ex Gregor. Turon. lib. X. c.* 23 > *Quet.*).

599. *Des globes de feu parcourent le ciel comme une multitude de lances* (*Quet.*).

600. *Iterum signa quae superioribus annis visi fuerant globi ignei per coelum currentes et ad instar multitudinis astrorum ad occidentem apparuerunt* (*Perrey ex Aimoni D. Bouquet t. III. p.* 109, *Fredegarii Chron. cap. X, col.* 603).

600. *Les mêmes signes au ciel: car grands brandons le feu couraient par l'air, aussi comme les traces de feu* (*Perrey: Chron. de St. Denis t. III. p.* 259 > *Quet.*).

744. Sternschnuppenschauer.

745 Januar 1. *Visi sunt in aëre ignis ictus ea aetate raris nec ante intellectis paene per totam Angliam* (*Perrey ex Antiquit. Brittann. p.* 61 *et Rog. de Hoveden Ann. rer. Angl.* 231).

747. 750. Sternschnuppenregen.

752. *In Francia nocturno tempore visum est magnum signum in coelo, globus scilicet igneus a parte australi declinans a Galliae finibus in partes Longobardorum* (*Lyc.*).

763. 764. 765. 770. Meteorschauer.

793 vor Mai. *Flammei dracones per aëra igneique ictus saepe vibrare et volitare videbantur* (*Perrey* > *Rog. de Hoveden Ann. rer. Angl. f.* 238 > *Henr. Huntindon Hist. f.* 197).

794. *Visi sunt dracones flammei volantes per aëra.* (*ib.*)

795. *Fulmina abdominanda et dracones per aëra horride ardentes volitare videbantur* (*Perr.* > *Flor. hist. Westmonaster I,* 239).

838. 839 (Febr.) 855 (Oct. 17): Meteorschauer.

855 August. *Eodem mense* (*i. e. Augusto*) *duae stellae maioris et minoris quantitatis visae sunt a parte occidentis versus orientem incidere, et hoc per decem vices adeo*

alternantium ut maiore permanente, minor aliquoties dispareret et appareret (Ann. Pertin. I. p. 449).

868. Zu derselben Zeit (September-Fasten) sah man in Sachsen *Feuer* mit der Schnelligkeit eines Pfeiles in der Luft *hin- und herfliegen*, von der Dicke einer Heustange, wie die Eisenmassen im Schmelzofen Funken aussprühen und plötzlich wurde es vor Vieler Augen gleichsam in Theerqualm verwandelt. Aber deren Bedeutung kennt allein der Herr (Annal. v. Xanten deutsche Uebers. Berlin, 1852).

871. *Nubes in aëre IV Idus Augusti velut exercitus vibratis invicem igneis spiculis concurrerunt (Ly.* > *Ch.)*

899. 900. 901. 902. 911. 912. 913. Sternschnuppenschauer.

925 April 27 (Mai). *Dans l'année* 313 *le dernier jour de Muharrem avant le coucher du soleil il tomba une étoile dans une direction du Sud au Nord. La terre en fut éclairée et en même temps on entendit un bruit semblable à un violent coup de tonnerre (Sojuty Husn. Cod.* 525 *Acad. Sci. fol.* 335 cit. v. Fraehn in d. Akad. d. Wiss. zu Petersb. 1836 Dec. 1).

925 Sept. 16 (21 n. St.). *Dans cette année* (313) *de l'Hégyre on vit en Egypte une grosse étoile rayonnante et lançant des étoiles, à laquelle se joignait un gros méteore, effrayant à voir et très rouge. Ce méteore s'avança dans la direction du nord à l'est en se tortillant comme un serpent; sa longueur pouvaît être environ de* 30 *lances et sa largeur de* 2. — *Le même phénomène se renouvela le* 24. *de Dschumadi II* (925 Sept. 16), *commença au coucher du soleil et dura trois heures, à fin desquelles il s'éteignit (ib.)*

931. 937. Sternschnuppenschauer.

944. *Des globes de feu parcourent les airs; quelques-uns ont incendié des maisons. (Quet.)*

970. *Signum quoddam ignei coloris in coelo apparuit (Lyc.)*

970 October. *Dans l'année* 359 *au mois de Sulhiddsche* (Oct. 970) *une étoile tomba du ciel et illumina le monde par*

par ses rayons, autant que le soleil. On entendit s'en échapper un bruit semblable à un coup de tonnerre (Sojuty l. c.)

(990. 993. Sternschnuppenschauer.)

991 Octobr. 4. *Dans la même année* (381), *un jeudi le mois de Redscheb, on découvrit pendant la nuit une étoile d'une grosseur extraordinaire; elle était partie de la région occidentale et se dirigea vers l'Ouest en jetant un grand nombre d'étincelles de feu. (Frähn cit. l. c. Domby Hist. des Rois de la Mauritanie prt. I. p.* 158.)

1000 März 29 (April 4). *Le vendredi saint on voit dans beaucoup de lieux des lances de feu. Un dragon parait le soir dans les nuages. (Quet.)*

(1001. Sternschnuppenschauer.)

1002 Sept. 14. *Dans l'an* 392 *le* 3 *de Sulkhade* (11. *mois) un lundi il tomba une étoile, qui répandit une clarté comparable à celle de la lune dans son plein au milieu de la nuit. Cette clarté s'éteignit, mais le corps resta en s'agitant de côté et d'autre. A l'oeuil il pouvait avoir deux aunes de longueur et une de largeur. (Frähn l. c.)*

1002 December. *Vers le coucher du soleil, un serpent parcourt les airs et l'on voit des lances de feu dans le ciel. (Quet.)*

1011. *Fax ardens instar turris cum magno fragore e coelo visa est cadere. (Ly. > Ch.)*

1013 März. *Dans le mois de Ramaszan* (9. *mois*) *de l'an* 403 (1013 März) *il tomba une étoile de l'est à l'ouest; sa lumière était plus forte que celle de la lune. Puis elle se brisa en éclat après avoir duré une grande heure (Frähn l. c.).*

1029 Ende Juli. *Dans l'an* 420 *au mois de Redscheb il tomba beaucoup des étoiles avec accompagnement d'un bruit extraordinaire et de lumières très-vives (Frähn l. c. > Quet.)* [1]).

1) Quetelet macht hierbei die richtige Bemerkung, daſs das fragliche Geräusch wahrscheinlich von einem Aerolithenfalle oder von Feuerkugeln herrührte.

1034 fiel ein Stern mit Donnergetöse und spaltete sich bei seinem Falle (Frähn l. c. und a. O.).

1039. *VIII Idus Aprilis visa est in coelo inter australem et orientalem plagam trabis igneae mirae magnitudinis, quae, currens per solem iam ad occasum vergentem, visa est in terram cadere, cuius vestigia diu videri potuerunt* (*Lyc.* > *Ch.*).

(1057. 1060. Sternschnuppenschauer.)

1075 Juli. *En l'an 467 on vit en Mauritanie au mois de Dilhidsche* (12. *mois*) *une étoile effrayante au firmament* (*Frähn l. c.*).

1077. *Dominica Palmarum circa h.* 6 *sereno coelo stella apparuit* (*Lyc.*).

(1084. 1090. Sternschnuppenschauer.)

1093. *Jaculum ignitum a Meridie usque ad Aquilonem ferri visum est Calendis Augusti, prima noctis hora.* (*Lyc.*)

1093. *Pridie nonas Aprilis circa diluculum stellae perplures de coelo simul cecidisse in terram visae sunt, inter quas unam maximam labi in terram* (*Lyc.*>*Ch.*).

(1094. 1095. 1096. 1097. 1098. April
(1101. Octbr., 1104. 1106. Februar — Meteorschauer)
(1116. 1118. Decbr. 1122. 1123 April

Speciell sind hier noch zu erwähnen:

1095. Februar 24 erblickte man einen *Stern*, der sich in Sprüngen von *Osten nach Westen bewegte* (*K. Pfaff*: *Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse etc., besonders in Württemberg von* 807 *bis* 1815, aus gedruckten und ungedruckten Quellen zusammengestellt in den Württemb. Jahrb. f. vaterländ. Geschichte. Jahrg. 1850, I. S. 80—166).

1096? *Die quadam advesperascente nulla in aëre apparente nubecula, diversis in locis globi ignei emicuerunt rursumque in alia coeli parte se condiderunt. Quod non ignem sed Angelicae fuisse potestates animadversum est* (*Perrey* > *Chron. Alb. Stadeus f.* 141 > *Chron. Hirsaug. t. I. p.* 308). —

? 1118 April 14: Des Morgens zeigte sich am Himmel

eine Stunde lang im Süden ein so starker Glanz, dafs davor der eben erscheinende Vollmond erbleichte. (Pfaff a. a. O.).

1143. *Signa quoque in coelo apparuisse ferunt globos igneos variis in locis emicuisse, et deinde alia coeli parte se condiderunt (Lyc.>Ch.).*

(1157: Sternschnuppenschauer.)

1168. *Stellae duae ignei coloris, quarum una erat magna, altera parva, apparuerunt in occidente fueruntque quasi coniunctae, postea disiunctae, longo deinde spatio apparere distantes in vigilia natalis Domini. (Lyc.).*

1169. *Visi sunt globuli e coelo cadere in singula castra Britanniae (Perrey>Chron. Naumet. > D. Bouquet t. XII. p.* 564.).

1177. *In nocte S. Andreae factus est ventus vehemens et apparuit lux mane veniens ab oriente usque ad occidentem (Lyc.).*

(1199. 1202: Sternschnuppenschauer.)

1203 April 1 — 3: Hellleuchtende Feuer am Himmel. (Pfaff a. a. O.).

(1243
(1366. 1398. 1399.) Sternschnuppenschauer.)

1382. *„Vers le collège du cardinal Le Moine on vit en l'air de gros tourbillons de feu, roulant au dessus de Paris." (Perrey>Extr. de l'Hist. des Antiquit. de Paris t. II liv. X p.* 555).

1465. *Les troupes du Duc de Bourgogne tenaient la ville bloquée, lorsque la nuit du* 22. *Septembre parut un météore, qui épouventa les assiègés, d'autant plus qu'on le vit comme sortir du camp ennemi. Il vint tomber dans es fossés proches de l'hôtel d'Ardoise (Perrey ib. cf. Chladni Abth. III.).*

1465. November 18. *Un autre méteore sur les* 6 *heures du matin. (Perrey ib. u. Chladni a. a. O.).*

1478. *In Helvetia in aëre pugnantium magnis viribus acies. Post aliquot deinde menses diversi generis cruces*

atque globi ignei, qui in terram cadentes rerum vestigia conspicientibus multis reliquerunt, visi sunt. (*Lyc.*>*Ch.*).

1499. *Lucernae* 21. *Maii draco ingens immani specie volare visus est.* (*Lyc.*).

1511. *Mediolani die sereno ac splendido stellae mirum in modum micantes in coelo visae sunt.* (*Lyc.*).

1532. *In multis regionibus dracones volantes in aëre gregatim visi sunt, coronis tecti, habentesque rostra suilla interdum numero* 400 *una volarunt* (*Lyc. ex Job. Fincelio de miraculis post renatum Evangelium*).

1532. *In Babylonio regno ad septimum diem Martii in medio noctis apparuit sol, insolito suo splendore, quasi in ipsa diei meridie, qui deinde in tenebras adeo versus est. Deinde est iterum conspectus cum, insolitae figurae atque diversi generis, stellis hinc inde in coelo aberrantibus; — draco igneus volans conspectus est.* (*Lyc.*).

1537. „*In Francia inter Pabenbergiam ac silvam Thuringiam* 16. *Januarii stella stupendae magnitudinis in coelo visa est, quae paullulum in aëre demissa circuli albescentis formam induit, ex quo postea magno ventorum impetu excitatae in terram flammae ea tantum combussere, quae alias edaci flamma non consumi solent, utpote hastarum cuspides, catenas ac capistra equorum. Aliasve hominem laesit, nec ulla aedificia accendit.* (*Lyc. aut Job. Fincel.*). Diese Erscheinung ist wahrscheinlich mit einem St. Elmsfeuer verbunden gewesen). —

1538. *In Germania versus orientem stella insolitae magnitudinis radiis sanguineis in aëre volitans.* (*Lyc*).

1547. April 24 (v. St.). *Halberstadii visus est globus atri coloris ex luna media versus Septentrionem magno impetu ferri.* (*Lyc.*).

1547. Decbr. 15. *Hamburgenses nautae in medio noctis globum ardentem instar solis ad meridiem properantem videre.* (*Lyc. ex Job. Fincel.*).

1547 *mense Majo ad Salam sol clarissime fulgens duos globos circa se igneos habuit hinc inde sese mo-*

ventes, quorum grandior demum ipsum solem adeo texit ut plane ferrigineus appareret. (*Lyc. ex Job. Fincel.*).

1550. *Globi ignei tres in Misnia Lipsiae in aëre de nocte visi, quos multi studiosi atque etiam clarissimi viri conspexere.* (*Lyc. aut. Fritschio*).

1554. *Schaluni* (*Châlons*) *sexto Idus Martii intra septimam ac octavam horam pomeridianam circa lunam globus ardens, cui lanceae cuspis inesse videbatur, ab oriente in occidentem vergens flammasque hinc inde ejiciens cum fragore visus est.* (*Lyc.*).

1554 *Undecimo Junii mensis die, ut M. Fritschius scribit, in pago Blech, 5 milliaribus a Norinberga virga sanguinea in sole conspecta est, cum stellis sive globulis lazureis, quos multa equitum turma vexillis lazureis inter se utrinque ad duas ferme horas in aëre hostiliter concurrens, subsecuta est, fuit ea rerum facies in coelo tum temporis, multi existimarunt, suboriturum summum examinis diem.* (*Lyc.*).

1554. *Sic Jenae* 13. *Junii hora quinta pomeridiana sol sanguineo plane colore visus; ad quem concurrentes magno numero globi ignei ab Austro et Aquilone ad Boream eius splendorem obnubilaverunt.* (*Lyc. aut. Job. Fincelio*).

Um die Mitte des XVI. Jahrhunderts. Martinus Heinsius erwähnt in seinem Berichte *de globo meteorico ignito* 1641 *Sept.* 15. (25) (Frankfurt a. O, 1641) u. A. §. 54 folgenden Fall: „*Marcellus Squarcialupus Plumbinensis, Medicus tr. de cometis part.* 2. *cap.* 3 *refert, se Pisis vidisse globum igneum de coelo ruentem.*

1580. September 21. bemerkten die Einwohner in Stuttgart ein Feuermeteor. (Pfaff a. a. O.).

(1602 Oct. 27 u. Nov. 16: Sternschnuppenschauer.)

1603 Septbr. 9 erschien eine Feuerkugel, welche Flammen auswarf und mit donnerähnlichem Krachen zersprang. (Pfaff a. a. O.).

1624 Novbr. 7 erblickte man in Tübingen eine Feuerkugel. (Pfaff ib.).

1629 April 4 erblickte man in Tübingen einen fliegenden Drachen (ib.).

(1635 u. 1636 Juli u. August: Sternschnuppenschauer.)

1636 im Monat December „*Anno* 1636 *mense Decembr. noctu huiusmodi* *globus* *insignem et terrificum sonum edidit, qui in arce quoque Cüstrinensi audiri potuit.* (*Heinsius l. c.* §. 56.).

1640 April 4: Erdbeben in Holland nebst vielen Sternschnuppen und Feuerkugeln. (v. Hoff. Chronik etc. Bd. I S. 294.).

1646 März 15. Feuerkugel zu Reutlingen. (Pfaff l. c.)

(1665 Jan. 9. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1666 Juli 17 erwähnt Capocci den Fall einer Feuerkugel oder eines Aërolithen (Pogg. Ann. Ergängsbd. I. S. 522.).

1682 im Mai: Feuerkugeln an mehreren Orten. (Pfaff a. a. O.).

1689 Octbr. 1 erschien nahe bei Boston in N. Amerika ein hell leuchtendes Meteor mit einer heftigen Explosion. Eine etwas abenteuerliche Beschreibung der ganzen Erscheinung findet man in Sillim. Amer. Journ. Vol. 43, S. 399.).

(1706 Mai 12. 1710 August 10. 1716 August 18. 1717 Jan. 4. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1719 Februar 22. Ausgezeichnet grofse Feuerkugel in Stuttgart (Pfaff a. a. O.).

1721 Mitte März. Feuerkugel mit Blutregen zu Stuttgart. (Pfaff a. a. O.).

(1726 Octbr. 19. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1733 Novbr. 4. Feuerkugel in Frankreich (Baumhauer in Pogg. Ann. Bd. 66 S. 522.).

(1741 Aug. 8. 1741 Decbr. 5. 1742 Aug. 10. 1743 Oct. 15. 1749 Aug. 15. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1750 Juli 16. Feuerkugel nach Capocci (Pogg. Ergänzbd. I, S. 522.).

1761 Juli 17. Feuerkugel nach Capocci (ib.).

(1766 Oct. 21. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1771 November 9. Feuerkugel in Vöringen. (Baumhauer a. a. O.).

(1781 Aug. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1783 Aug. 18 erschien zu London in S. S. O. eine helle Feuerkugel; sie zerplatzte mit Getöse und zersprang in kleine Stücke. (Sillim. Amer. Journ. Bd. 35, S. 231.).

(1784 Juli 12, 24 bis 27, Aug. 6 bis 9. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1784 Septbr. 4. Feuerkugel zu Prag. (Baumh. a. a. O.)

(1785 Juli 27. 1787 Novbr. 10. 1789 Aug. 10. 1798 Aug. 9. Oct. 12. Decbr. 7. 1799. Aug. 10. Nov. 11. 12. 1800 Aug. 8. 1801 Aug. 8. Sternschnuppenschauer.)

1803 Jan. 21. Ab. zw. 11 u. 12 Uhr. Feuerkugel in Schlesien mit herabgefallener Substanz (s. S. 42).

(1803 April 20. 1805 Octbr. 23. 1806 Aug. 10. 1809 Aug. 10. 1811 März 18. 1811 Aug. 10. 1812 Juni 18. Sternschnuppenschauer.)

1812 Nov. 15 u. Dec. 26. Nachts erschienen Feuerkugeln gleich einem mehrere Sekunden dauernden Blitze, welcher den ganzen Himmel mit einem bläulichen Lichte erfüllte. (Pfaff a. a. O.)

(1812 Mitte Nov. 1813 Aug. 11. Nov. 8. u. 10. August- u. November-Phänomen.)

1814 Aug. 3. Feuerkugel in Frankreich. (Baumh. a. a. O.)

1815 Mai 14. zw. 7 u. 8 Uhr Ab. ward zu Malakka eine Feuerkugel von der Gröfse des Vollmondes *über* dem südöstlichen Horizonte gesehen; ihre Richtung ging nach N. W.; es folgte ihr ein brausendes Geräusch, wie vom Donner. Die ältesten Leute in Malakka erinnerten sich keiner solchen Erscheinung und Manche hielten es für ein Unheil verkündendes Omen. Die Malayen nannten sie *Autoo Api* oder Feuergeist, ausgesendet um die Wohnungen einiger gottlosen Menschen zu zerstören. Ein Chinese wurde durch die Erscheinung so erschreckt, dafs ihn der Schlag rührte. (*Malacca Observ.* Mai 15, 1820 > *Rep. of the Br. Ass. f.* 1850.)

(1815 Juni 12 bis 18. Aug. 10. Sternschnuppenschauer.)

1817 April 17. Feuerkugel am Rhein. (Baumh. Tabelle.)

(1817 Juni 12 bis 15. 17. bis 22. 1818 Aug. 14. November 13. 17. 19. 1819 Aug. 6. 13. 1820 Aug. 9. September 2. Nov. 12. Sternschnuppenschauer.)

1820 Nov. 29. 2 Uhr Nachts erschien in Calabrien über Cosenza eine grofse Feuerkugel, welche die ganze Gegend, wie mit Tageslicht erhellte. (*Bull. de l'Ac. Roy. de Brux.* 1840 *II, p.* 2. *cf. Gilb. Ann. Bd.* 71, *p.* 370). Diese Nachricht verbunden mit der von 1839 Novbr. 29. veranlafste Capocci zu seinen Untersuchungen über die muthmafsliche Aërolithenperiode vom Ende November. —

1821 Aug. 30. Feuerkugel in Dresden.

1822 Oct. 13. Feuerkugel in Orenburg. (Baumhauer Tabelle.)

(1822 Aug. 9. Nov. 12. 25. 1823 Aug. 5. 9. bis 12. August- u. November-Phänomen.)

1823 Novbr. 27. wird von Capocci eine Feuerkugel erwähnt. (*Bullet. de l'Ac. de Brux.* 1840, *p.* 2).

(1824 Aug. 12. Dec. 8. 9. 12. 14. 1825 Jan. 2. Aug.? Sternschnuppenschauer.)

1825 Nov. 3. kurz nach Sonnenuntergang ward in Calcutta ein merkwürdiges Meteor beobachtet; es hatte die Gestalt einer länglichen Feuerkugel, war ungefähr 4mal kleiner als der Mond und von blasser Farbe; die Richtung dieser Feuerkugel ging von Ost nach West, beinahe horizontal bei einer Höhe von ungefähr 30°. Sie hinterliefs nach 5 bis 6 Sekunden Dauer einen Funkenschweif, welcher plötzlich, aber ohne Explosion erlosch. (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850.)

1825 Novbr. 22 ward zu Calcutta südwestlich vom Kometen [1]) eine grofse Feuerkugel einige Minuten lang in lebhaftem Glanze gesehen, bis sie endlich verschwand (ib.).

1825 im Novbr. 1 Stunde nach Sonnenuntergang ward in der Stadt Newton im Staate Ohio eine grofse von Ost

1) Wahrscheinlich der von Pons und Biela entdeckte, welcher im October mit blofsen Augen sichtbar war (nicht zu verwechseln mit dem bekannten Biela'schen Kometen von 1826). D. V.

nach Süd in rascher Bewegung dahinschiefsende Feuerkugel gesehen; sie war gröfser als der Vollmond; ein Theil des Meteors trennte sich von dem übrigen Körper und stürzte in schräger Richtung auf die Erde herab; in geringer Höhe zersprang sie in eine Menge kleiner Feuerkugeln, aber ohne Geräusch; auch ward keine Masse auf der Erde gefunden, welche von ihr herrühren könnte. (Sill. Amer. Journ. Vol. 26, p. 134.)

(1826 Aug. 3. 10. 14. 15. Zahlreiche Sternschnuppen und Feuerkugeln.)

1826 Aug. 18 u. 27. wurden in England Feuerkugeln von bedeutender Gröfse gesehen. (*Lond. etc. Phil. Mag. Vol.* 68, *No.* 341.)

1826 im Septbr. Feuerkugel zu Waterville mit Meteorsteinfall (s. S. 26).

(1826 Nov. 6. 7. Dec. 6. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1826 Dec. 31. In der Dämmerung Feuerkugel im Lippe'schen. (Kämtz: Meteorologie Bd. III, S. 296 [1]).

(1827 Aug. 14. 15. 1828 Aug. 10. Nov. 11. August- und November - Phänomen.)

1828 Nov. 11. 12. erblickte man zu Sury (Dep. Loire) eine sehr grofse Feuerkugel nebst einer sehr grofsen Anzahl von Sternschnuppen. (*Ac. de Paris* 1836 Juli 11.)

1829 August 26. Feuerkugel zu Parma. (Plieninger < Kämtz a. a. O.).

1830 Febr. 15. 7 Uhr 10 Min. Ab. (?) beobachtete Mr. Hopkins auf dem Wege von Edgbaston nach Birmingham eine helle Feuerkugel von der Gröfse des Vollmondes; ihre Bewegung war sehr rasch von N.O. nach S.W.; sie blieb 2 Sekunden lang sichtbar, verschwand dann für einen Augenblick, erglänzte noch zwei Sekunden und erlosch endlich plötzlich. Sie hinterliefs einen Schweif, welcher sich noch einige Zeit länger zeigte.

1) Da diejenigen in dem Verzeichnisse von Kämtz enthaltenen Nachrichten, welche er aus *anderen* Quellen, als den Verzeichnissen von Chladni und von Hoff geschöpft hat, noch nicht in diesen Annalen veröffentlicht sind, so erlaube ich mir, sie hier der Vollständigkeit halber, unter die anderen Nachrichten einzureihen. D. V.

(*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850.) (Sollte diese Erscheinung nicht identisch seyn mit dem Meteorsteinfall von Bicester 1850 Febr. 15. $7\frac{1}{2}$ Uhr Morgens? vielleicht ist bei einer von beiden Angaben ein Irrthum in der Zeit.)

1830 Oct. 10. Feuerkugel in Krusenstern (Baumhauer Tabelle.)

(1830 Dec. 7. 12. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1831 Jan. 12. Feuerkugel zu Breslau. (Plieninger.)

1831 Aug. 10. Regen von Feuerkugeln. (*Quet. nouv. Catal.*)

(1831 Novbr. 13. November-Phänomen.)

1831 Novbr. 29. $9\frac{1}{2}$ Uhr Ab. sahen Wildwächter in der Gegend von Hildburghausen eine Feuerkugel von der Gröfse des Mondes im Westen aufsteigen. (Kämtz Meteor. III. S. 298.)

1832 Jan. 2. Ab. 8 Uhr zerplatzte gegen Nordost von Berlin eine glänzende Feuerkugel von bedeutender Gröfse, gleich einer Rakete. Das Licht, welches sie verbreitete, glich dem des Mondes. — (Kämtz a. a. O. cit. Haude- u. Spen. Zeitg. 1832 No. 4). —

An demselben Abende bemerkte man in Bordeaux ein glänzendes Meteor. Es verbreitete einen lebhaften grünlichen Schein um sich her, erschien dem Auge in der Gröfse einer 24pfündigen Kugel und verschwand mit Blitzesschnelle in der Richtung von N. nach S.W. (ib.).

1832 Febr. 7. Feuerkugel zu Lauenburg. (Plien. > Kämtz.)

1832 März 15. Von West nach Ost ziehende Feuerkugel zu Berlin (ib.).

1832 April 11. ward bei Singhea Tirhut in Bengalen, um 4 Uhr 45 Min. Morg. eine Feuerkugel von 5 Sekunden Dauer von West nach Ost ziehend gesehen. (*Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal Vol. IV, p.* 713).

1832 Mai 20. 6 Uhr 40 Min. wurde daselbst eine schöne Feuerkugel von blauer Farbe gesehen, welche von N. nach S. zog (ib.).

1832 Mai 31. Feuerkugel in Riga (Plien. > Kämtz).

? 1832 Juni 23. 10 Uhr Ab. beobachtete man zu Delhi eine merkwürdige Erscheinung: es stiegen nämlich am ostsüdöstlichen Himmel 3 Feuerkugeln auf (?) und vereinigten sich bei 15° Höhe zu *einem* grofsen Feuerball. (*Rep. etc. f.* 1850.)

1832 Juni 29. Feuerkugel zu Brest. — In der Nacht vom Juni 29. 30. Feuerkugel in 49° 10′ N.Br. und 5° 45′ W.L. (Plien. > Kämtz).

1832 Juli 24. ward zu Merut in Indien eine grofse Feuerkugel gesehen in der Richtung von W.N.W. (*Rep. etc. f.* 1850).

1832 Oct. 6. Feuerkugel zu Berlin (Plien. > Kämtz).

1832 Oct. 13. Feuerkugel zu Ulm (ib.).

1832 Oct. 24. Feuerkugel zu Grünewald (ib.).

(1832 Novbr. 12. 13. *Grofsartige Entfaltung des November-Phänomenes an mehreren Orten.* —)

1832 Novbr. 13. zeigte sich 3 Stunden lang (?) von 2 bis 5 Uhr Morgens bei Cöln eine grofse kometenartig-geschweifte Feuerkugel mit raketenähnlichen Auswürfen von Nord nach West (Kastn. Archiv Bd. VI, S. 303).

1832 Novbr. 14. Grofse Anzahl von Feuerkugeln in England.

1832 Nov. 14. 6 Uhr Morgens fuhr zu Brunneck in Tyrol ein Lichtstreif plötzlich von der Mitte des Firmamentes hinab; nahe am Horizonte in der Mitte seines Laufes dehnte er sich zu einem langen Schweife aus, welcher in wellenförmiger Bewegung eine Zeit lang anhielt: hierauf bildete sich ein Lichtnebel, ähnlich einer weifsen Wolke, welcher eine Viertelstunde stationär am Himmel blieb. Das Licht war so intensiv, dafs man die kleinste Schrift lesen konnte. Der Himmel war zu dieser Zeit klar und wolkenlos und die Luft merkwürdig rein und ruhig. Zu derselben Zeit fand der grofse Sternschnuppenfall in Tyrol statt (Franz v. Kiss Lichterscheinung von 1832 Novbr.).

1832 Novbr. 18. Grofse Anzahl von Feuerkugeln und Sternschnuppen zu Bulrampore und Agra in Indien. (*Rep. etc. f.* 1849).

1832 Nov. 19. 20. In der Nacht sehr viele Feuerkugeln in England (Plien. > Kämtz).

1832 Decbr. 30. Feuerkugel in Bonn (ib.).

1833 März 18. 5 Uhr 27 Min. mittl. Zeit von Madras ward zu Madras von dem dortigen Astronomen T. G. Taylor eine Feuerkugel von grofsem Glanze nach N.O. zu erblickt; sie verschwand nach einer Dauer von 2—3 Sekunden bei 35° Höhe. 6½ Minuten nach ihrem Erlöschen hörte man ein Geräusch, welches höchst wahrscheinlich von dem Zerspringen der Feuerkugel herrührte (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

1833 April 19. Feuerkugel zu Nürnberg und Prag (Plien. > Kämtz).

(1833 Mai 1. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1833 Mai 20. Feuerkugel zu Chichester (Plien. > Kämtz.)

(1833 Aug. 7. 9. 10. August-Phänomen.)

(1833 Septbr. 17. Zahlreiche Sternschnuppen während eines Nordlichtes.)

(1833 Novbr. 12. 13. *Grofsartige Entfaltung des November-Phänomenes.*)

1833 Decbr. 12. 13. wurden zu Hautsville in Alabama Sternschnuppen und Feuerkugeln in grofser Anzahl gesehen (Bresl. Zeitg. 1834 März 7).

An *demselben Abende* beobachtete G. v. Waldeck in Frankreich eine grofse Feuerkugel (*Bull. de l'Ac. de Bruxelles* 1839, *I. p.* 500).

1834 Jan. 30. 7 Uhr Ab. sah man zu Cozingham bei Gainsborough eine von Ost nach West ziehende Feuerkugel (Kämtz).

1834 Febr. 4. 8 Uhr Ab. sah man in Mittel- u. Oberschlesien eine Feuerkugel von der Gröfse des Vollmondes in geringer Höhe über dem Horizonte (Schles. Provinz.-Blätt. 1834 März).

1834 März 10. als der Wind um 3½ Uhr Morg. sehr stark ging, hörte man in Hirschberg in Schlesien einen heftigen Donner, welcher von der Explosion einer glanz-

vollen Feuerkugel herrührte (Kämtz > Preufs. Staatszeitg. No. 78, 1834).

1834 Mai 15. zwischen 6 und $6\frac{1}{2}$ Uhr Morgens ist zu Bunzlau ein ausgezeichnet schönes Meteor beobachtet worden (Bresl. Zeitg. 1834 Mai 26).

1834 Juni 7. 8 Uhr Ab. sah man zu Philadelphia in S. W. ein glänzendes, weifses Licht, das seine Strömung gegen den Zenith hatte; es dehnte sich in nordöstl. Richtung quer über den Horizont aus. Der Glanz des Lichtes dauerte ungefähr 10 Minuten, dann nahm es nach und nach ab, und verschwand plötzlich in einer halben Stunde (Kämtz > Ausl. 1834 No. 236).

(1834 Aug. 9. 10. August-Phänomen.)

1834 Oct. 2. kurz vor 7 Uhr Ab. bemerkte man zu Cöln am nordöstlichen Himmel in der Nähe des Sternes Algenib im Perseus eine prächtige Feuerkugel von blendend weifsem Lichte, an Glanz und Gröfse den Jupiter übertreffend. Mit ziemlicher Geschwindigkeit bewegte sie sich nach nördlicher Richtung fast parallel mit dem Horizonte und verschwand plötzlich nach ungefähr 2 Sekunden, nachdem sie sich kurz vorher in zwei Hälften getheilt hatte (Kämtz > Preufs. Staatsanz. No. 279).

(1834 Novbr. 13. 14. November-Phänomen.)

1834 Novbr. 30. Feuerkugel von Capocci erwähnt (*Bullet. de l'Ac. R. de Brux.* 1840 *II, p.* 3).

2. Erscheinungen, von denen es noch mehr oder weniger problematisch ist, ob sie Feuerkugeln sind, oder nicht.

Ante Christum.

500 (502). *Hastae militares ad multam noctem in coelo ardentes visae (Liv. et Jul. Obsequens cap.* 9 *cit. Lyc.*).

467 (469). *Themistocles quum navali praelio contra Xerxem pugnaret, flammam magnam ab Eleusine illuxisse, sonitum quoque ac vocem exauditam esse narrat (Lyc. > Ch. ex Plut. Them.*).

463 (465). *Coelum ardere visum (Liv. et Jul. Obs. cit. Lyc. > Ch.*).

461 (463). *Coelum iterum ardere visum, plurimo igni portentaque alia aut observata oculis aut vanas exterritis ostentavere species . . .* (*Liv. et Jul. Obs.* 14 — *Lyc.* > *Ch.*).

460 (462). *Iterum coelum ardere visum et bos locuta* (*ibid.*).

458 (460). *Et coelum iterum ardere visum, cui rei priore anno fides non fuerat data, variae spectrorum facies horrendaeque voces oculis et auribus hominum observatae sunt. Inter alia prodigia et carnem pluit, quem imbrem ingens numerus avium inter volitando rapuisse fertur; quod intercidit, sparsum ita iacuisse per aliquot dies, ut nihil edor mutaret* (*Liv. III.* 10. — *Lyc.* > *Ch.*).

409 (411). *Mota est plerisque Graeciae locis terra; in Hiera noctu ignes extitere, interdiu fumus velut ex camino quodam redditus est* (*Lyc.* > *Ch.*).

348 (350). *Chasma ingenti incendio decidit de coelo in terras* (*Plin. lib. II c.* 27 > *Lyc.* — *Ch.*).

342 (344): *Cui* (*Timoleonti*) *noctu pelagus ascendenti et secundis ventis mare percurrenti, repente coelum scindi visum et supra navem multum lucidissimumque ignem effundi* (*Plut.* > *Lyc.* — *Ch.*).

332 (334). *Ab eodem Alexandro in Aegypto visae sunt nubes ardentes de coelo tanquam faces descendere, quarum incensu totus campus ardeat* (*Vincent. libr. V. cap.* 55. > *Lyc.* — *Ch.*).

278 (280). *Xerxes quartus, Persarum rex, direpturus Graeciam quum magnam vim hominum in eam transtulisset contendissetque Apollinis templum spoliare, in maximum venit periculum; nam devolvebantur ex monte in eius exercitum duo saxa, cadebantque ignita spicula cum horrendis tonitruis e coelo.* (*Münster et Aventin.* > *Lyc.* — *Ch.*)

234 (236). *In Thuscia coelum arsit.* (*Cassiodor.* > *Lyc.* — *Ch.*).

221 (223) ... *apud Thuscos coelum ardere visum. Arimini noctu multa lux clara effulsit: tres lunae distantibus coeli regionibus exortae* (*Lyc.* > *Ch.*).

214 (216) ... *Praeneste ardentes lampades de coelo ce-*

ciderunt. Arpis parma in coelo, luna cum sole certare et inderdiu etiam duae lunae visae. Ancii metentibus cruentae in orbem spicae ceciderunt. — Capuae coelum ardere visum (*Liv. et Jul. Obs. cap.* 31. > *Lyc.*).

212 (214). *Legiones armatae in janiculo visae etiam, quae tamen mox cum ad arma concursum est evanuerunt* (*Lyc.* > *Ch.*).

206 (208). *Timoleon, dum e Corinthis conductis triremibus solvisset, continente nocte fax ardens in coelo naviganti ei perluxit, donec in Italiam cum omnibus suis copiis pervenit* (*Diodor. Sicul. de Philippo Maced.* > *Lyc.* — *Ch.*).

204 (206) ... *Spicae cruentae a metentibus* (nicht *Metensibus*, wie Chasles schreibt) *visae ... Liv.* (*Lyc.* — *Ch.*).

202 (204). *Fax Setiae ab ortu solis in occidentem porrigi visa* ... (*Liv. et Jul. Obs. c.* 43 > *Lyc.*).

201. (203). *Anagniae sparsi primum ignes in coelo, deinde fax ardens* ... (*Liv. et Obs. c.* 44 > *Lyc.* — *Ch.*).

197 (199). *In Lucanis coelum ardere visum* (*Lyc.* > *Ch.*).

173 (175). *Fax in coelo visa Gabiis* (*Liv. et Obs. c.* 64. > *Lyc.*).

171 (173). *Arcus interdiu sereno coelo super aedem Saturni in foro Romano intentus tres simul soles effulserunt. — Faces eadem nocte plures per coelum lapsae sunt.* — (*Liv. et Obs. c.* 66 > *Lyc.*).

170 (172). *Lanuvii classis magnae species in coelo visa* (*Lyc.*).

168 (170). *Antiocho secundam profectionem in Aegyptum parante per universam Hierosolymam quadraginta continuis diebus viderunt per aëra equites discurrentes etc.* (*Lyc.*).

166 (168). *Anagniae fax in coelo conspecta; Minturnis per eos dies coeli ardentis species affulsae* . . . (*Obs. c.* 69 > *Lyc.*).

164 (166). *Anagniae fax ardens in coelo visa* (*Obs. c.* 70 > *Lyc.*).

163 (165). *Lavinii fax in coelo nocte visa* . . . (*Obs. c.* 71 < *Lyc.*).

160 (162). *Capuae nocte sol visus ... coelum arsit* (*Obs.* c. 73 > *Lyc.*).

159 (161). *Anagniae nocte coelum arsit* ... (*Obs.* c. 74 < *Lyc.*).

139 (141). *Praeneste et in Cephalenia signa de coelo cecidisse visa* (*Lyc.*).

134 (136). *Praeneste fax ardens in coelo visa ... sereno tonuit* (*Lyc.*).

131 (133). *In Amiterno sol noctu visus est eiusque lux aliquamdiu visa* (*Lyc.*).

104 (106). *Romae interdiu fax sublime volans conspecta* (*Lyc.*).

102 (104). *Arimini arma coelestia tempore utroque ab ortu et occasu visa pugnare et ab occasu vinci.* (*Lyc.*)

100 (102). *Ex Ameria et Tuderito Italiae urbibus renuntiatum est, noctu per coelum hastas ardentes et cuta principio errantia visa fuisse. Deinde ad invicem irruentia more hominum pithrantium acie impetu facto. Tandem his cedentibus illis insequentibus omnes versus occasum abiisse* (*Lyc.*) (Sollte diefs vielleicht auf einen Sternschnuppenschauer hinweisen?).

98 (100). *Fax ardens Tarquiniis late visa, subito lapsu cadens* (*Lyc.*).

92 (94). *Fax in coelo (in Vestinis) apparuit et totum coelum ardere visum* (*Lyc.*).

91 (93). *Vulsiniis prima luce flamma coelo emicare visa, cum in unum coisset, os flammae ferrugineum ostendit: coelum visum descendere, cuius hiatu vertices flammae apparuerunt* (*Lyc.*).

90 (92). *Fax in coelo visa* (Lyc.).

61 (63). *Trabs ardens ab occasu ad coelum extenta* (*Lyc.*).

42 (44). Verschiedene Feuerzeichen vor und nach der Ermordung Cäsar's s. Lyc. a. a. O. fol. 220—224.

28 (30) ... *Stellae quoque visae sunt, quas Graeci cometas vocant* (*Lyc.*).

15 (17) ... *Fax ardens coelestis a meridiano ad septentrionem extenta luci diurnae similem in nocte fecit* (*Lyc.*).

Post Christum natum.

16 ... *Sol totus hominibus deficere, et coeli magna pars ardere visa est; ignitae trabes cadere de coelo* (*Lyc.* > *Ch.*).

48. *Coelum ardere visum est mirum in modum* (*Lyc.* > *Ch.*).

(72. Chasles führt unter diesem Datum folgende Stelle aus Lycosthenes an, die ich aber in dem Original nicht habe finden können.

„*Ad XI Cal. Junii visi sunt per aërem diversis coeli regionibus vagari et armatae acies tranare nubila*").

162. *L. Aurelius Commodus quum Athenis sacrificaret, ignis ab oriente ad occidentem in coelo ferri visus est* (*Lyc.* > *Ch.*).

187. *Legimus apud Herodianum, Commodi temporibus stellas per totum diem apparuisse, quasdam etiam in longius perductas, medio quasi aëre suspensas. Quod argumentum erat non accensae sed tersae et coactae nubis* (*Lyc.*). Ebenfalls vielleicht eine Andeutung eines Sternschnuppenfalles; ebenso:

192 ... *Stellae iterum per diem perpetuo apparuerunt* (*Lyc.*).

194 ... *Julianus imperator pridie, quam occideretur a Persis, ignem e coelo descendere vidit ... Stellae etiam visae sunt per diem clarissimae ...* (*Lyc.*).

196. *Eodem imperante* (*Severo*) *ignis serpentinus in aëre, qua parte spectat ad Septentrionem, est visus, ut eo plerique urbem totam comburi, multi coelum ipsud ardere existimarent, quod coelo sereno pluvia rori similissima, colorisque argentei in forum Augusti defluxit* (*Lyc.*).

384. *Theodosii imperatoris temporibus terribile signum in coelo columnae per omnia simile apparuit* (*Lyc.*).

393. *Theodosio imperante prodigia insolita visa sunt, quae futura orbi mala portenderunt. Primum namque inopinata et insolens stella in coelo medio noctis tempore prope luciferum refulgens apparuit, circa eum ipsum,*

qui Zodiacus dicitur, circulum. Ea quae propter corruscantes radios ingens et lucida esset, non admodum Lucifero cessit. Paullatim vero ad eam ingens etiam aliarum stellarum vis aggregabatur. Spectaculum, id si vidisses, apum examini, quae circa ducem suum in orbem obvolitant, contulisses. Et quae veluti ex mutua et violenta concussione ab omnibus eis emicuit lux in unam quandam flammam commista evadebat ... Quod enim reliquae stellae in idem reciderent visum et una eaque sola, quae primum conspecta fuerat, habitu toto veluti radix ad capulum aliquod appareret ...

Quae quum ad quadragesimum usque ad diem ensifera, seu potius ensis formam referens apparuisset, evanuit. (Lyc.)

(Diese Erscheinung hat viel Räthselhaftes und Wunderbares an sich, wenn sie auch, aller Wahrscheinlichkeit nach, ein Komet gewesen ist).

400. *Coelum ardere visum est (Lyc. > Ch.).*

412. *Gainas, fortissimus illa Scytha etc.* s. S. 46.

Diese Erscheinung wird von Chasles nicht erwähnt, dagegen folgende angedeutet:

412. *Quum autem sol defecit, „fulgor quidam simul in coelo apparuit" (Ch.), coni sive metae speciem ferens, quam ineruditi quidam cometam crinitamque stellam esse dixerunt. Nihil enim, quae in eo visa sunt, cometae simile fuit. Nec fulgor is in comam abiit, neque stellae prorsus speciem retulit: sed veluti Lucernae cuiusdam magnae flamma per se ipsam subsistere visa est, nec radii eius aliqui stellae cuiusquam formam subiere. Ipso quoque motu variavit. Nam ea parte, qua sol per aequinoctium oritur fulgor is moveri coepit: et inde iuxta eam, quae in Ursae cauda sita est, stellam ultimam sensim evadens, ad occidentem cursum tenuit. Postquam autem coelum est dimensus, motu suo quatuor mensibus longius perfecto disparuit: vertex eius aliquando quidem in magnam et acutam longitudinem abiit ... videri autem coepit ab aestate media fere usque ad autumni finem (Lyc.).* — (Hiernach also ein Komet; nach der Angabe von Chasles, könnte man aber die Erscheinung nur auf einen Glanz oder Blitz beziehen).

454. *Signa plurima in coelo visa sunt; Vespere ab Aquilone coelum efficitur rubeum, ut ignis intermixtus per igneum ruborem clarioribus lineis in hastarum speciem deformatis* (*Lyc.* > *Ch.*). (Wahrscheinlich ein Nordlicht).

488. *Varia signa in coelo et insoliti cometae apparuerunt* (*Lyc*).

541. *In diversis Galliarum locis diversa signa visa sunt* (*Lyc.*).

555. *Lanceae species in coelo apparuit a septentrione in occidentem* (*Lyc.*).

556. *Medardo Noviomensi et Tornacensi moriente coelum apertum est et divina micaverunt luminaria spatio horarum duarum.* (*Sigebertus in chronicis* > *Lyc.*).

(Meiner Ansicht nach dürfte diese Nachricht einen ähnlichen Sternschnuppenfall anzeigen, als die von Quetelet nach Herrick vom Jahre 558 erwähnte (*Nouv. Catal. etc. p.* 22):

558. *„Quelque temps après il y eut une grande pluie d'étoiles depuis le soir jusqu' au matin de manière que chacun fut effrayé et s'écriait que les étoiles tombaient.“* (*hist. Byz. t. VII p.* 304).

557 ... *Prodigia plurima extitere. Ingentes terrae motus concussiones et hiatus, stellarum faces admirandae* (*Lyc.*).

563 ... *On voit le ciel en feu. Beaucoup de signes apparaissent.* (*Quet.* > *Greg. Turoni hist.*).

567 ... *Hastae igneae in coelo visae sunt, portendentes irruptiones Longobardorum in Italiam* (*Lyc.* > *Ch.*).

570. *Igneae acies in coelo per Italiam visae, sanguinem emanentes* (*Lyc.* > *Ch.*).

570. *Igneae acies de coelo discurrere vidit Italia, conflictus quoque et tubarum sonitus, guttis sanguineis ex alto in terram decidentibus* (*Quet.* > *De naturae divinis characterismis*) *auct. Corn. Gemma* 1575 *p.* 217.

575. *Per coelum fulgor discurrere visus est* (*Perrey* ... *C. R. t. XIV, p.* 69).

577. *On voit daus le ciel des signes: vingt lueurs paraissent et disparaissent.“ (Greg. de Tours cit. v. Quet.)*

580. 582. 586. Dieselbe Nachricht, wie bei 575 (Perrey l. c.).

595. *On voit beaucoup de signes dans le ciel (Quet.).*

603. *Signum sanguineum in coelo apparuit, quasi hasta sanguinea et lux clarissima per totam noctem cunctis apparuit (Lyc. > Ch.).*

673. *Anno Constantini V. Imper. quarto iris atque ignis apparuit in coelo mense Martio adeo horrendae magnitudinis, ut mortales ultimum diem consummationis praesto esse clamitarent (Lyc.).*

735. *Ignis in coelo visus (Lyc.).*

740. *„Des signes paraissent dans le ciel, dans la lune et dans les étoiles.“ (Ann. Xantens. Pertz Monum. Germ. Hist. > Quet.).*

741 Febr. od. März (Vor Ostern): *De nouveaux signes paraissent dans le ciel (Quet.).*

778. *Acies pridie Cal. Febr. apparuere; (visa est et Mercurii stella* 16 *Cal. Aprilis in medio sole velut macula quaedam nigra* (?) *(Lyc.).*

786 Decbr. *Des lances effrayantes, telles qu'on n'eu avait jamais vu (Quet.).*

803. *Acies mirae magnitudinis in aëre visae sunt (Lyc. > Ch.).*

807 Febr. 26 (März 3.). *„Des lances, en nombre étonnant paraissent pendant la nuit“ (Quet.).*

808. *IV. Cal. Mart. apparuerunt acies (Lyc. > Ch).*

827. *„Cette defaite avait été présagée par les lances qu'on avait vues plusieurs fois parcourir le ciel avec les couleurs de sang et de feu.“ (Quet.)*

836 Febr. *„Des lances admirables paraissent dans le ciel se dirigeant de l'Orient vers l'Occident.“ (Quet.)*

837. »Ein Kometstern wurde gesehen, der übermäfsige Funken gen Osten aussandte; vor den Blicken der Menschen war er 3 Ellen lang.« (*Annal. v. Xanten* in Deutsch. Uebers. 1852).

838 Febr. 16. (21). *„On voit dans l'air du feu, ayant la forme d'un serpent."* (*Quet.*)

839. *„Acies quoque in coelo igneas* m e n s e F e b r u a r i i, *sed „et stellas igneos crines emittentes crebro arderi contigit"* (*Ann. Bertin.*).

839 März 25. (30). *„Des superbes lances apparaissent le soir et remplissent le ciel."* (*Quet.*)

840 März 28. (April 2). *„(Au temps de Pâques) le ciel paraît rouge comme du sang — une traînée de feu part de l'Orient, une autre du Nord, et elles se réunissent, — des lances semblables à celles de l'année précédente paraissent pendant deux nuits* (*Quet.* u. Jahrb. v. F u l d a).

842 März 1. (6). *„On voit dans le ciel des lances pendant la première heure de la nuit."* (*Quet.*)

842. »In der Fastenzeit ein Stern im Westen mit hellerem Strahle, als gewöhnlich von Osten her« (Venus als Abendstern?) (Ann. Xant.).

842 März 13. (18). *„Des lances effrayantes paraissent encore dans le ciel, à la seconde heure de la nuit, du côté de l'Orient; elles s'éteignent et renaissent sans intermission. Il y a une grande clarté entre l'Orient et l'Occident, mais ces lances remplissent surtout le Nord."* (*Quet.*).

842 Mai 1. (6). *„On voit encore des lances dans le ciel."* (*Quet.*)

848 Nov. 27. (Dec. 2). *„On voit des lances dans le ciel au milieu de la nuit."* (*Quet.*)

848 Dec. 27. (Jan. 2. 849). *„On voit encore des lances de feu effrayantes, vers le Nord et l'Orient."* (*Quet.*)

855. *Eodem mense (i. e. Augusto) duae stellae maioris et minoris quantitatis visae sunt a parte occidentis versus orientem incidere, et hoc* p e r d e c e m v i c e s, *adeo alternantium, ut maiore permanente minor aliquoties nullatenus apparere.* (*Ann. Bertin. I. p.* 449).

(859. Aug. Septbr. Octbr. Sternschnuppenschauer.)

860. *Pridie nonas Aprilis* (April 4/9) *nocte sequenti nova videlicet luna iam inchoata, fertur quaedam luna corniculata, eodem schemate, quo luna splendebat, per medium*

eiusdem lunae apparuisse, ita ut hinc inde luceret, sed in medio obscuraretur (*Annal. Bertin.*).

861 März 5. (10). „*Des lances de feu paraissent dans le ciel*" (*Quet.*).

870 ... „*Pendant plusieurs nuits le ciel est rouge, comme du sang; des lances de feu s'attaquent*" (*Quet.*).

870. Bei Mainz schimmerte die ganze Luft mehrere Nächte hindurch in einer Röthe; auch andere Wunderzeichen am Himmel wurden gesehen. Denn eine Wolke stieg von Norden her in einer Nacht auf; eine andere kam von Ost und Süd entgegen, und feurige Strahlenbüschel ohne Unterlafs aussendend, stiefsen sie endlich in der obersten Höhe des Himmels zusammen, wo sie, wie Heere, sich im Kampfe verschlangen und nicht geringe Furcht und Bewunderung zugleich den Beschauern einflöfsten; doch Alle baten die Zeichen möchten zum Guten gewendet werden (Jahrb. v. Fulda).

871 ... *Nubes in aëre IV. Idus Augusti velut exercitus vibratis invicem ignëis spiculis concurrerunt* (*Lyc.* > *Ch.*). (August-Phänomen).

911 im Sommer. „*Paullo ante mortem Sergii* (Aug. 911) *igneae acies in coelo stellae micantes discurrentesque praeter consuetudinem visae sunt*" (*Perrey l. c.*).

912 ... *Igneae faces in coelo et stellae micantes discurrentesque praeter consuetudinem visae sunt*" (*Lyc.* > *Ch.*) (Diese beiden Nachrichten beziehen sich wahrscheinlich auf eine und dieselbe Erscheinung, ohne Zweifel aber auf einen sogen. Sternschnuppenschauer (den des August). Sie geben uns aber, meiner Ansicht nach, auch eine Interpretation der Worte „*igneae faces*" an die Hand, welche von der Perrey's u. A. abweicht. Perrey nämlich schliefst von den Feuerkugeln oder Meteoren ganz entschieden die mit *acies igneae, faces igneae* u. dergl. bezeichneten Fälle aus, rügt es sogar an dem Verzeichnisse von Chasles, dafs es alle die so bezeichneten Erscheinungen aufgenommen hat. Indessen scheint mir die enge Verbindung zwischen „*faces vel acies igneae*" und „*stellae micantes dis-*

currentesque," welche in jenen beiden Nachrichten sich vorfindet, darauf hinzuweisen, dafs beide Ausdrücke etwas Verwandtes bedeuten sollen).

912. *Deinde post quinque fere annos Kal. Febr. igneae acies visae sunt in coelo diversorum colorum (Chasl. > Rec. des Histor. des Gaul. t. IX p.* 16).

917. *Des lances couleur de sang paraissent dans le ciel (Quet.).*

918 Febr. 1. (7). *„Des lances de feu de diverses couleurs paraissent dans le ciel et courent successivement les unes sur les autres" (Quet.).*

919 Febr, 1. (7). *„Des lances de feu de diverses couleurs paraissent dans le ciel pendant presque toute la nuit" (Quet.).*

927 März. *„Au mois de Mars des armées de feu apparaissent dans le ciel et ce prodige fut suivi d'une peste" (Quet.).*

930. *XVI. Cal. Martias* (Febr. 14.) *mane circa gallorum cantum usque ad illuscentem diem conspectae sunt per totam coeli faciem acies sanguineae, in quadam Galliae regione (Lyc. > Ch.).*

937 Febr. 14. *„Depuis le chant du coq, jusqu' au jour des lances de sang paraissent de toutes parts dans le ciel" (Quet.).* (Diese Nachricht scheint identisch mit der vorigen, und eines der beiden Daten irrig zu seyn.)

940 Decbr. *„Dans la nuit d'un Dimanche on voit dans le ciel des lances de diverses couleurs" (Quet.).*

965 Mai 12. (18). *„Dans presque tous les lieux du royaume où il y a des églises, le feu du ciel est tombé sans bruit, sans tonnerre. On a vu des croix sur les vêtemens des hommes" (Quet.).*

970. *Signum quoddam ignei coloris in coelo apparuit. (Lyc.).*

979. *Igneae acies in coelo visae sunt per totam noctem (Lyc. Ch. Quet.).*

999. *Cometes apparuit* 19. *Cal. Januar. circa horam nonam aperto coelo, quasi facula ardens cum longo tractu*

fulgonis instar splendens super terram et adeoquidem, ut tanto splendore non modo qui in agris erant, sed etiam qui in tectis etiam irrupto quasi fulmine ferirentur. Qua coeli scissura sensim evanescente interim visa est figura quasi serpentis, capite crescente, pedibus cum caeruleis (*Lyc.*). (Diefs ist der ganzen Beschreibung nach eine grofse Feuerkugel mit Schweif.)

1084. *Monstra coelitus apparere, visus est equitum discurrens exercitus, cuius tamen vestigia nullo modo poterant agnosci* (*Lyc. Ch.*).

1107. *In Oriente multa signa et prodigia in coelestibus visa sunt* (*Lyc.*).

1116. *Hora noctis prima igneae acies a Septentrione in Orientem in coelo apparuerunt; deinde per totum coelum sparsae plurima noctis parte videntibus miraculo et stupori fuerunt* (*Lyc. Ch.*).

1118. *XIII. Cal. Januar, prima hora noctis igneae acies a Septentrione in Orientem vergentes in coelo visae sunt; deinde* (*ut supra*) (*Lyc. Ch.*).

1118 April 14. s. S. 51.

1157. *Magna signa in coelo versus aquilonem, species quasi ignearum facularum et humani cruoris similitudo rutilantis* (*Lyc. Ch.*).

1217. Zur Herbstzeit sah man einen anfangs kleinen Stern ein immer helleres Licht gegen den Zenith ausströmen, welches aber nach einigen Nächten wieder abnahm, so dafs der Stern wieder so klein wurde, wie zuvor (Veränderlicher Stern?) (**Pfaff** a. a. O.).

1226. Anno 1226 flogen hin und wieder *Raben* und dergleichen Vögel herum, trugen feurige Kohlen in den Schnäbeln und zündeten damit viele Häuser an (*Theopyrosk. theologico-physica.* 1624).

1269. *Sexto vero die Decembris crepusculo novus et insignis splendor in figuram crucis efformatus coelitus non modo urbem sed omnem circum circa regionem illustravit* (*Lyc.*).

1304. Anno 1304 fiel Feuer vom Himmel herab (*Theopyrosk.*).

1307. *IV. Cal. Martias nocte apparuerunt acies in coelo mirae magnitudinis* (*Lyc. Ch.*).

1309. *Polis perpetua ardens per coelum delabitur* (*Lyc. Ch.*).

1344. *Chasma vel ignis in urbis* (*Veldkirch*) *plateas cecidit* (*Lyc. Ch.*).

1352. *Coelestis trabs priore ardente per coelum labi visa* (*Lyc. Ch.*).

1353. *Coelestis flamma post solis occasum inter zephyrum et Austrum latissime excrescens, terribileque ostentans incendium, tandem murmure magno per coelum ruit* (*Lyc. Ch.*).

1354. *Coelestis flamma longum per se trahens extinctum licuitem a Septentrione in Austrum ferre visa* (*Lyc. Ch.*).

1375. *Coelum tota nocte crebro ardere visum* (*Lyc. Ch.*).

1446 *Januarii* 27. *in tempesta nocte est visa inter Zofingen, Lensburg etc. instar meridiani diei fulgurosa claritas ad moram unius horae, intonantibus trementibus tonitruum corruscationibus, iterum tenebrae secutae sunt* (*Lyc.*).

1506. Anno 1506 fiel ein Feuer, so grofs wie ein Fafs vom Himmel und darauf ein Mann, der darin verbrannte (*Theopyr.*).

1520. *Trabs ardens horrendae magnitudinis in coelo conspecta est, quae desuper in terram sese demittens consumpsit plurima* (*Lyc. Ch.*).

1529. *Nono Januarii circa decimam noctis horam in Germania chasma, quod voraginem vel hiatum coeli philosophi vocant, visum est* (*Lyc*).

1531. *Lisbonae in coelo signa ignea ac cruenta diversi generis visa sunt, ac sanguineae guttae ex nubibus in terram ceciderunt* (*Lyc.*).

1535. *Armatae acies visae sunt ... tres trabes igneae in aëre sereno visae sunt* (*Lyc.*).

1535. *In Lusatia altera post festum Pentecostes die, coelo sereno circiter horam secundam pomeridianam armatae acies a Septentrione meridiem versus visae sunt* (*Lyc.*).

1542. *In Würtembergia horrendae imagines inter quas etiam virgae vel faces celerrimo motu hinc inde in coelo ferri visae sunt* (*Lyc.*).

1543. *Quarto nonas Maii non procul a Pfortzheimio inter quartam et quintam post meridiem ingens Cometa visus est, sua magnitudine lapidem molarem facile superans caudam suam versus Aquilonem dirigebat* (*Lyc.*).

1545. *In Saxonia mense Februario refulsit chasma ingens in toto coelo ad horam fere integram* (Nordlicht) (*Lyc.*).

1546. *Decimo Febr. In Misniae oppido noctu chasma ab arcto rubore splendens ad duas horas resplenduit radiosque in terram demisit. Conspectae sunt eodem tempore tres trabes diversis coloribus in nubibus oberrantes* (*Lyc.*).

1551 28. *Januarii. Lisboni virgae sanguineae conspectae sunt, nec non horrendi ignes in coelo* (*Lyc.*).

1554 Juli 24. (v. St.) *comparuerunt in aëre circa horam noctis decimam in Palatinatu Rheni superiore ad Bohemiam silvam vivi duo cataphracti, quorum alter altero quantitate corporis maior ad umbilicum stella insignitus fulgida, mucrone autem igneo conspicuus ... donec uterque e medio aëre sublati evanescerent* ... (*Lyc. ex Meteorol. M. Fritschii*).

1554 August 5. (v. St.) *hora pomeridiana nona prope Stolpen in australi coeli plaga, militantium atque ter infestis armis magno clamore concurrentium acies in coelo conspectae, quae semper dum pugnandi finem facerent, ingens flammarum copia erumpens militantium species videntibus e conspectu sustulit* (*Lyc.* > *Job. Fincel.*).

1555 März 13. *In Thüringia in coelo visus est gladius* (*Lyc.*).

1556 Jan. 11. *Augustae Vindelicorum versus montana coelum sese apperuit ac quasi findi visum est, inde multi extremum iudicii diem iam prope foribus esse putaverunt. Eodem vero die circa horam noctis nonam in Bavaria tam dira coeli tempestas ex aëris inclementia orta est, ut luminum in dominibus accensorum splendorem extinxerit, et unicus coeli splendor igneus laborantibus ad tres fere horas lucem praebuerit* (*Lyc.*).

1556 Sept. 5. *Marchiae oppidulo Custerino hora nona*

vespertina, innumerae flammae undique coelo emicuerunt. In medio vero coelo trabes duae ignitae visae (*Lyc. ex Job. Fincel.*).

1560 Jan. 30. am Abend zwischen 6 und 7 Uhr erschien nach einem Berichte von einem Pfarrer Merkel an der Böhmischen und Sächsischen Gränze »ein grofs Zeichen am Himmel«, dessen nähere Beschreibung ein Nordlicht ergiebt (Privatnotiz).

1560. *Mense Decembri late per Germaniam ante solis ortum ignis fulsit adeo, ut plurimi ex oppidis et villis auxilio vicinis suis undique occurrerint, quod eorum domos conflagrare arbitrarentur* (*Heinsius: De globo meteor.* 1641 Septbr. 15.).

1570 Jan. 10. »In diesem jetzt schwebenden der niederen Zahl des 70. Jahr den 10. bis auf den 11. Januarii zu Nacht von eins bis in zwei Uhr nach Mitternacht ist eine grofse feurige Wolke über das Haus Bleissenburg am Himmel gesehen worden, welche sich dann zertheilt, darinnen man scheinbarlich ein grofses Klappern, als wär's lauter Harnisch gewest, gehört. Nachfolgendes hat sich dieses Gewölk herniedergelassen und Die, so es gesehen, haben vermeint, die Wolken würden in das Haus Bleissenburg fallen« (Neue Zeyttung aufs Bleissenburg in der Markgrafschaft Anspach etc. 1570).

Eine ähnliche Erscheinung ist zu Venedig beobachtet (*ib.*).

1574 Novbr. 14 u. 15. »Was zuweilen vor wunderbare Meteora oder Zeichen in der Luft sich sehen lassen, davon haben die *Zittauischen Jahrbücher* unterschiedene sehr curieuse und merkwürdige Casus aufgezeichnet, welche wir dem geneigten Leser hiemit mittheilen wollen. Denn also melden selbige, dafs: »Anno 1574 d. 14. u. 15. November vor anbrechender Morgenröthe der Himmel sich ganz offen und mit vielem Feuer präsentiret, darinnen feurige Heere entschiefsen erschienen.« (*Carpzow's Analecta fastorum Zittaviensium V.* 281.)

1628 April 27 u. 30. erschienen am hellen Tage Wunderzeichen, wie wenn zwei Heere sich stritten (Pfaff in Württemb. Jahrb. f. 1850 I.).

1630 Juni 18. u. 19. zeigte sich von Abend bis Mitternacht ein schrecklich Feuer und Wunderzeichen am Himmel, als ob zwei Heere mit einander kämpften; und dabei blitzte es unaufhörlich, bald weifs, bald roth (*ib.*).

1643 Novbr. 8. sind am Himmel Wunderzeichen gesehen worden bis nach 12 Uhr (Schles. Chron. 1841 November 12).

1737 Decbr. 30. um Mitternacht sah man in dem Archipel der Inseln Chiloë eine grofse *feurige Wolke,* welche von Norden her kommend den ganzen Archipel durchzog und auf den Inseln Guaitecas niederfallend machte sie das Gebirge erglühen (*embrasa le montagne*). (cit. v. *Paravey au l'Inst. No.* 391 aus *Annal. des voyages de Malte Brun t. XV p.* 372).

Zweite Abtheilung.

Verzeichnifs von Feuerkugeln, Meteoriten und meteorähnlichen Massen von 1835 bis 1850 (incl.).

(Fortsetzung der von Chladni und v. Hoff bereits publicirten Verzeichnisse s. Erste Abtheilung.)

Von den Quellen, die ich bei dieser *zweiten Abtheilung* benutzt habe, sind vorzüglich zu erwähnen: Poggend. Annalen Bd. 36 bis 87, *Silliman's American Journal Vol.* 33 bis 2. *Ser. Vol. XI; l'Institut* Jahrg. 1835—1850; *Comptes Rendus de l'Acad. d. Sc. de Paris t. I—XXXV* und viele andere wissenschaftliche Journale, so wie auch Zeitungen, wie man aus den jeder Nachricht beigefügten Quellenangaben ersehen kann. —

Vor allen aber verdient der schon mehrmals erwähnte „*Catalogue of Observations of luminous Meteors*" *by Prof. Baden Powell* in Oxford in den *Reports of the British Association etc. for* 1848, 1849, 1850, 1851 hier besonders hervorgehoben zu werden. Dieser Katalog umfafst alle dem Herrn Verfasser bis Juli 1851 bekannt gewordenen Beobachtungen über Feuerkugeln und Sternschnuppen der beiden letzten Decennien und bildet die Grundlage zu ei-

nem *neuen vollständigen* Verzeichnisse dieser glänzenden, aber flüchtigen Himmelskörper. —

In meinem Verzeichnisse nun, welches hiezu einen, freilich nur schwachen Anfang darbieten soll und welches ich hiermit der Oeffentlichkeit zu geben mir erlaube, werden sich unstreitig noch eine Menge Lücken finden, welche auszufüllen mir bis jetzt zum Theil unmöglich war aus Mangel an betreffenden Nachrichten. Es rührt dieser Mangel aber gröfstentheils her von der grofsen Vereinzeltheit der Notizen über dergleichen Erscheinungen, welche sich meist nur in ephemeren Zeitungen und in den verschiedensten Journalen zerstreut vorfinden, und es gehört noch eine geraume Zeit dazu, alle Nachrichten von Feuerkugeln und Meteorsteinfällen zu kennen und sie chronologisch zu ordnen. — Wie schwierig aber ein solches Unternehmen ist, sieht Jeder gewifs leicht ein, welcher *ein* Mal ein solches versucht hat; die Schwierigkeit desselben möge daher die Mangelhaftigkeit meines Verzeichnisses einigermafsen entschuldigen.

Eine wünschenswerthe Vollständigkeit wird erst dann erreicht werden können, wenn alle Diejenigen, welche Beobachtungen der Erscheinungen der feurigen Meteore, sowohl der kleineren, als *Sternschnuppen,* wie auch der gröfseren, als *Feuerkugeln* und *Meteorite*, anstellen, für sich ein vollständiges Verzeichnifs ihrer Beobachtungen anfertigen und dasselbe später an einen Centralort senden, wo alle einzelnen Verzeichnisse mit einander verglichen und bearbeitet werden können.

So allein dürfte es möglich werden einen *General-Katalog* aller meteorischen Erscheinungen auf der Erde anzufertigen und auf diesen gestützt unsere Ansichten über die Natur und die Vertheilung dieser Körper in Bezug auf Raum und Zeit entweder zu bestätigen, oder zu berichtigen.

Zu diesem Zwecke ist aber vor Allem *Gleichförmigkeit* und *Vollständigkeit* aller über ein solches Phänomen zu machenden Notizen nothwendig: es müfste, wo es irgendwie möglich ist, nach *einem* Plane beobachtet und die Wahr-

nehmungen nach einem bestimmten Schema registrirt werden. Der um diese Gegenstände hoch verdiente Professor Baden Powell hat in dieser Beziehung ein *Circular über die Beobachtungsweise* aller leuchtenden Meteore ergehen lassen (Piazzi Smyth in Edinburgh *N. Philos. Journ. Vol. L. p.* 357), worin er Gleichförmigkeit und genügende Vollständigkeit aller Notirungen hierüber bezweckt. Folgende Umstände sind es hiernach, die man bei Zusammenstellung der Notizen in einer Tabelle berücksichtigen mufs, und deren wiederholte Angabe vielleicht nicht ungeeignet ist:

1. *Laufende Nummer.*
2. *Datum: Jahr und Tag.*
3. *Zeit* ... (in irgend einer bekannten mittleren Zeit).
4. *Ort* ... (Angabe der Breite und Länge des Beobachtungsortes).
5. *Scheinbare Gröfse* ... (Vergleichung mit Sterngröfsen oder dem scheinbaren Durchmesser und der Helligkeit anderer Himmelskörper).
6. *Helligkeit und Farbe* ... (Feststellung, ob die Helligkeit während der Erscheinung zu- oder abnimmt).
7. *Schweif oder Funken* (Art des Schweifes: ob er zusammenhängend, oder gebrochen, ob ein wirklicher Schweif, oder nur eine optische Täuschung).
8. *Schnelligkeit und Dauer.*
9. *Richtung oder Höhe* (verglichen mit der einiger bekannten Fixsterne nebst Angabe der Rectascension und Declination).
10. *Allgemeine Bemerkungen.*
11. *Beobachter.*
12. *Sonstige Quelle.*

I. Feuerkugeln oder Bolide von 1835 bis 1850 (incl.).

1835 Januar 13. Ab. genau 7 Uhr zeigte sich in Berlin eine kleine Feuerkugel, welche in N. bei hellem Mondschein stark leuchtete und sich in parabolischer Bahn von W. nach O. bewegte (Kämtz Meteorol. Bd. III, S. 301 > Preufs. Staatszeitg. 1835 No. 13).

1835 Januar 18. zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags: Feuerkugel und Steinfall bei Löbau (s. Verzeichnifs von Meteoriten).

1835 Januar 23. in der Nacht von 1 bis 8 Uhr des nächsten Morgens hörte man über ganz Neu-Granada von Sa. Martha und Karthagena bis Quito ein schallendes Geräusch, welches Kanonen und Gewehrschüssen glich, aber durch das Platzen von Meteoren erzeugt wurde (Kämtz Meteor. III, S. 301. > Hamb. Corresp. No. 129).

1835 Febr. 6. des Morgens wurde von Parma aus im S. eine Feuerkugel von ungewöhnlicher Gröfse gesehen (Kämtz a. a. O. > Pr. Staatsz. No. 55).

1835 März 22. bemerkte man in der Gränzfestung Troizkosaffsk, bei einer stillen und sehr warmen Witterung, Abends nach 9 Uhr am nordwestlichen Himmel in ziemlicher Höhe einen schmalen, schlangenförmigen Feuerstreifen, gleich einem hell leuchtenden Blitze. In einem »Nu« verwandelte sich die Erscheinung in eine leuchtende Wolke, die mit einer brennenden Garbe Aehnlichkeit hatte, und die sofort mit grofser Geschwindigkeit in schiefer Richtung zur Erde herabzufallen begann, sich aber in demselben Augenblick in einen gewaltigen Feuerstrom umwandelte und so am ganzen nächtlichen Horizonte Tageslicht verbreitete. Endlich theilte sich dieser Feuerstrom in drei Theile und verschwand. Es folgte hierauf ein dumpfer entfernter Donner, der sich vermuthlich durch das Echo der nahen Berge noch zweimal, jedoch in schwächerem Grade wiederholte, und der eine merkliche Lufterschütterung hervorbrachte, so dafs Fensterladen und Thüren erzitterten. Diefs Alles war das Werk einiger Sekunden (Kämtz a. a. O. > Preufs. Staatszeitg. No. 162).

1835 Juni 13. 10¼ Uhr Ab. wurde zu Königsberg i. Pr. eine Feuerkugel gesehen. Als sie hinter einigen Bäumen hervortrat, zeigte sie sich etwa 30° über dem Horizonte wenig westlich vom Meridiane, ging dann sich senkend östlich und zerplatzte etwa 10° östlich vom Meridiane in einer Höhe von 25°. Ihr scheinbarer Durchmesser betrug

etwa 2 Zoll, das Licht glich dem des Mars (Kämtz a. a. O. > Preufs. Staatszeitg. No. 172).

1835 Juli 17. 8½ Uhr Ab. sah man in Mailand eine grofse, weifse hellleuchtende Feuerkugel von der Gröfse einer Kanonenkugel mit einem lang nachschleppenden Funkenschweif, welche am nördlichen Himmel ihre Richtung von Ost nach West nahm. Eben diese Feuerkugel erschien in Stuttgart und Bonfeld bei Heilbronn am südlichen Himmel; doch hatte sie hier nur die scheinbare Gröfse einer Billardkugel. Die Stücke fielen nach der Explosion mit ausnehmend glänzenden Strahlen zur Erde nieder. Wenige Minuten nach dem Verschwinden hörte man in Mailand einen dumpfen Knall: in Würtemberg war der Knall wie der von einer Kanone (Kämtz a. a. O. > Berlin. Nachrichten No. 174. 176).

1835 Juli 18. Ab. zwischen 8 und 9 Uhr ist in Aarhus eine Feuerkugel gesehen worden, welche ihren Lauf nach Westen nahm und einen Flammenschweif hinter sich zog, bis sie in mehrere Lichtkugeln zersprang (Kämtz a. a. O. > *ib.* No. 176).

1835 Aug. 8. August-Phänomen.

1835 Septbr. 6. zwischen 12 und 1 Uhr Nachts ward in *Gotha* eine sehr helle Sternschnuppe von blauer Farbe gesehen, ungefähr 80° über dem Horizonte: einige Zeit nach ihrem Verschwinden fiel etwas mit heftigem Geräusch, aber ohne Lichterscheinung aus der Luft herab; es fühlte sich fettig an, wie Gallerte und roch nach Schwefel; am andern Morgen war es verdunstet und liefs nur noch einen Fleck zurück. s. Verz. von meteorähnl. Massen. (Pogg. Ann. Bd. 36, S. 315).

1835 Novbr. 13. *November-Phänomen* mit vielen Feuerkugeln, so u. A. bei Simonod mit Meteorsteinfall; s. Verz. von Meteorit.

1835 Novbr. 17. 6 Uhr Ab. wurde in St. Louis (Missouri) am nördlichen Theile des Horizonts eine Feuerkugel gesehen (*l'Instit. No.* 152).

1835 Decbr. 12. 13. bald nach Mitternacht bemerkten Rei-

Reisende zwischen Berlin und Magdeburg eine grofse Feuerkugel, welche nach 2 Min. (?) ohne Geräusch wieder verlosch (Bresl. Zeitg. 1835 Dec. 21).

1836 Januar 12. 6½ Uhr Morg. sah ein Beobachter zu Cherbourg gegen Osten eine Feuerkugel in der Gröfse des Vollmondes. In der Scheibe des Meteores bemerkte man eine sehr dunkele Höhlung, aus welcher dicker Rauch, mit Funken vermischt hervorquoll; sie soll während ihrer Erscheinung sich um ihre Axe gedreht haben; anfangs schien sie still zu stehen; hernach entfernte sie sich schnell mit einem Schweife und verlosch mit einem lauten Krachen (*l'Instit. No.* 145).

? 1836 Februar 8. 7 Uhr Ab. wurde in dem Thale von Suze in Piemont zwischen St. Ambroise und Rivoli eine sonderbare Erscheinung gesehen. Bei heiterem Wetter und einer Temperatur von — 6° *erhob* sich von der Erde eine kleine Nebelkugel (?) mit einem nebelartigen Schweife bis zu 30° hoch, zersprang mit Geräusch und hellem Lichte und hinterliefs einen weifslichen Staub (*l'Instit. No.* 152).

1836 Juni 10. 9 Uhr 10 Min. Abends sah man zu Sury (Dep. Loire) eine grofse Feuerkugel von S. nach N. (von β Serpentis bis γ Cygni); sie war heller als Venus und an dem vorderen Theile von weifser, an dem hinteren von rother Farbe; es folgte ihr ein phosphorescirender Schweif nach. Die Erscheinung dauerte 5 Sekunden und das Meteor erlosch ohne Explosion und ohne sich zu zertheilen (*l'Institut. No.* 166. *Ac. de Par.* 1836 Juli 11).

(1836 August 8 bis 11. August-Phänomen.)

1836 Aug. 20. 4 Uhr Nachmittag sahen zwei Beobachter auf der Strafse zwischen Winchester und Jacksonville im Staate Illinois eine grofse Feuerkugel bei *hellem Sonnenscheine;* bei 40° Höhe erlosch sie. Der Schweif, welchen das Meteor hinterliefs, war mindestens 15 Minuten (?) zu sehen. Von einigen anderen Personen wurde eine Explosion wahrgenommen (*Sillim. Amer. Journ. Vol.* 33 *p.* 402).

1836 October 18. 9 Uhr Ab. wurde in Breslau gegen

S. W. eine grofse Feuerkugel gesehen mit einem kurzen Schweife, sie erlosch ohne Knall (Privatnotiz).

1836 November 11. 5 Uhr Morg. oder $11\frac{1}{2}$ Uhr Ab. fielen zu Macao in Brasilien nach dem Erscheinen einer grofsen Feuerkugel eine grofse Anzahl von Meteorsteinen (s. Verz. v. Meteorst.). Die Feuerkugel selbst wurde 60 engl. Meilen weit gesehen (Partsch: Die Meteoriten etc. p. 81 und *Compt. Rend. t. V. p.* 211).

(1836 Novbr. 11—15: November-Phänomen.)

1836 Novbr. 22. hat man in einem grofsen Theile von Schlesien ein Getöse in der Luft gehört, wahrscheinlich von einem Steinfalle oder von Feuerkugeln herrührend (Schles. Zeitg. 1837 Jan. 6).

1837 Januar 4. 5., $1\frac{1}{4}$ Uhr Morg. erschien bei Basel eine grünliche Feuerkugel, die sich von Ost nach West bewegte, scheinbar in nicht bedeutender Höhe über Basel und ganz in der Nähe zerplatzte. Die Explosion war so heftig, dafs die Häuser erzitterten. Eine Masse ist aber nicht aufgefunden worden (Schles. Zeitg. 1837 Jan. 21).

Dasselbe Meteor ist in München und Hildburghausen gesehen (Dorfzeitg. No. 8 u. 10). Dem Beobachter und München (No. 8) schienen sich einzelne Theile abzulösen und zurückzubleiben. —

Zwischen Simmershausen und Bedheim bei Hildburghausen erschien 6 Reisenden am 4. 5. Januar Nachts 1 Uhr auf ein Mal bei heiterem Himmel ein Blitz; einige Minuten lang blieb ein helles Licht zurück, wodurch die ganze Gegend, wie durch Tageslicht erhellt wurde, obwohl im Thale tiefer Nebel lag (Dorfz. No. 10 u. 14).

Dieselbe Feuerkugel wurde auch in Frankreich zu Cussé bei Vichy, zu Niederbronn und Vesoul in der Nacht um 1 Uhr gesehen. Zu Vichy erschien sie von der Gröfse des Vollmondes und war von drei glänzenden Körpern in gleichen Abständen von einander und von mittlerer Gröfse gefolgt; sie erhob sich im N. von 45° langsam bis zum Zenith nach S. und verschwand in geringer Höhe; die Dauer der ganzen Erscheinung betrug 4 Minuten (?), nach der Beobachtung von Niederbronn jedoch 3 Sekunden. Der

Hauptkörper hatte eine bläulich weifse Farbe, der Schweif eine röthliche (*Compt. Rend. t. IV, p.* 94).

1837 Mai 5. zwischen 3 und 4 Uhr zersprang eine grofse Feuerkugel zu East-Bridgewater (Massach.) und es fielen mehrere Steine aus ihr herab (*Sillim. Amer. Journ. Vol.* 32 *p.* 395).

1837 August 5 zwischen 7 und 8 Uhr Ab. erschien zu Rochester bei New-Haven ein glänzendes Meteor von S. W. nach N. W., von der scheinbaren Gröfse der Sonne im Zenith; das Licht war dem von weifsglühendem Eisen ähnlich; nach einer Minute verschwand es und hinterliefs noch einen einige Minuten lang andauernden Schweif (ib. Bd. 33. p. 200).

(1837 Aug. 8 bis 12: August-Phänomen)

1837 Aug. 29, Ab. zwischen 9 und 10 Uhr, beobachtete Hoeniger (ein früherer eifriger Sternschnuppenbeobachter) zu Baruschowitz bei Rybnik in Oberschlesien im N. eine langsam dahinziehende Feuerkugel von röthlicher Farbe (Privatnot.).

1837 September 21, 7 Uhr 48 Min. Ab. wurde zu Paris eine Feuerkugel gesehen, welche Schatten warf (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850 > *Thomson's Introduct. to Meteorol.* 1849 *p.* 305).

(1837 October 30: Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1837 November 12. 13: November-Phänomen.)

(1837 Novbr. 28: Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1837 December 5: desgl.)

1837 Decbr. 14, 7½ Uhr Ab. wurde im ganzen Staate Connecticut eine grofse Feuerkugel gesehen, heller als Venus; die Erscheinung dauerte 1 bis 1,5 Sekunde; der lange Schweif blieb jedoch 10 Sekunden sichtbar (*Sillim. Amer. Journ. Vol.* 37. *p.* 131).

1837 Decbr. 30, 3 Uhr Nachmittag sah Graf Reichenbach-Brustawe zu Pavelau bei Trebnitz bei ganz heiterem Himmel und Sonnenschein und einer Temperatur von —10° R. eine hellglänzende, silberweifse Feuerkugel: ihr Lauf ging von Nord nach Süd; gegen das Ende der

Erscheinung flackerten kleine Punkte, wie Leuchtkugeln hinterher (Privatnotiz.)

1838 Januar 2 wurde in Breslau von einem bewährten Beobachter (jetzigen Oberlehrer Dr. Glatzel) Abends gegen 7 Uhr in dem hell erleuchteten Zimmer plötzlich eine aufserordentliche Helle wahrgenommen. Er eilte an das Fenster und konnte noch das Ende einer langsam dahinziehenden Feuerkugel von röthlich-blauer Farbe erblicken. Das helle Licht verlor sich erst nach einer Zeit von mehr als *einer* Minute von Norden aus nach Westen hin. Ein anderer Beobachter dieser Erscheinung, welcher sie von Anfang ihres Entstehens an verfolgt hat, giebt an, dafs sie fast 3 Minuten gewährt habe (Privatnot.).

1838 März 17: Grofse Feuerkugel zu Kensington in England beobachtet von Phillips (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

(1838 April 20: Meteorschauer.)

1838 Mai 18: zur Zeit der bürgerlichen Dämmerung war eine grofse Feuerkugel im Norden von Ohio, in Michigan, New-York, New-Hampshire und Canada sichtbar; sie war sehr glänzend und zersprang in mehrere Stücke (*Sillim. Amer. Journ. Vol.* 35. *p.* 223).

(1838 August 9 bis 12: August-Phänomen.)

1838 October 13, 9½ Uhr Morgens wurde eine grofse Feuerkugel von silberweifser Farbe im Cold Bockeveld bei Tulpagh am Cap der guten Hoffnung gesehen; sie zersprang mit einem Knalle, welcher 70 Meilen im Umkreise gehört wurde: die wahrscheinliche Höhe des Zerplatzens des Meteors war nach einem Berichterstatter 300—400 Fufs. Ihr folgte der bekannte Steinfall s. Verz. v. Meteorst. (*Sill. Amer. Journ. Vol.* 40. *p.* 199).

(1838 Oct. 18 und ?: Zahlreiche Sternschnuppen (October-Phänomen.)

(1838 November 9 bis 14: November-Phänomen.)

1838 Novbr. 13 sah Venusmor in Cherbourg bei Gelegenheit seiner Beobachtungen der November-Sternschnup-

pen 7 Uhr Ab. eine grofse Feuerkugel, die sich in horizontaler Richtung fortbewegte (*l'Inst. No.* 256).

1838 Novbr. 16, 7 Uhr Ab. wurde zu *Condé sur Noir* eine helle Feuerkugel gesehen (*l'Inst. No.* 258). (Die näheren Angaben fehlen, so wie bei allen anderen, die ich blofs historisch erwähne).

(1838 December 5 bis 8: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1839 Januar 6: Feuerkugel zu Mailand (*Quet. nouv. Cat. p.* 56. *Notes*).

1839 Jan. 12: Feuerkugel zu Parma (ib.).

1839 Februar 6: Feuerkugel zu Parma (ib.).

1839 Febr. 13, 2 Uhr Nachmittag: Feuerkugel mit Meteorsteinfall bei Little Piney im Staate Missoury; s. Verz. v. Meteorst. (*Sillim. Journ. Vol.* 37. *p.* 385 u. *Vol.* 39 *p.* 254).

(1839 April 19: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1839 Mai 7: Feuerkugel und zahlreiche Sternschnuppen zu Parma (*Quet.* a. a. O.).

1839 Juni 6, 9 Uhr 15 Min. Ab. sah man zu Cambray, Evereux, Chambery, wie zu Genf und Lausanne eine Feuerkugel, welcher 4 bis 5 Sternschnuppen folgten: sie mufs sehr hoch gewesen sein, denn im Umkreise von 140 Lieues glaubte jeder Beobachter, dafs sie noch unter seinem Horizonte herabfallen würde (*l'Inst. No.* 291 u. *Bull. de l'Ac. R. de Brux.* 1840 *p.* 96).

Diese Feuerkugel wurde auch in Paris zwischen 8½ und 9 Uhr Abends gesehen. Arago sagte von ihr: *„elle semait sa route d'un petit bouquet d'artifice, qui l'aurait fait prendre pour une chandelle Romaine"* (*Ac. des Sc. de Par.* 1839 Aug. 19.).

(1839 Juni 14. 15: Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1839 Juli 2—3. 6: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1839 Juli 6: Feuerkugel zu Parma (*Quet.* a. a. O. *Not.*).

1839 Juli 11: Feuerkugel zu Plaisance (ib.).

1839 August 7. ward auf dem Meere unter 44° n. Br. und 40°—44° W. L. eine prachtvolle Feuerkugel bemerkt mit einem Schweife, welcher 1 Minute lang anhielt (*Sill. Journ. Vol.* 37 *p.* 330).

(1839 Aug. 9 bis 11: August-Phänomen.)

1839 Aug. 14 a. St. (26 n. St.) gegen 9 Uhr Ab. beobachtete Capit. Pellegrines an der Küste von Koutzolora (in Albanien) eine glänzende Feuerkugel; anfangs klein, aber immer gröfser werdend nahm sie ihren Weg von Nord nach Süd. Der Kern ward bald so hell, dafs er die Sterne verdunkelte und die Nacht in Tag verwandelte; die Dauer des Phänomenes war sehr kurz, aber der Schweif blieb 20 Minuten (?) sichtbar (*Sillim. Journ. Vol.* 39. *p.* 381. aus dem „*Φίλος τοῦ Λάου*" Athen Sept. 18, 1839).

1839 September 3 u. 13: Feuerkugeln zu Parma (*Quet.* a. a. O. *Not.*).

1839 Sept. 10: Feuerkugel zu Gent (ib.).

(1839 Sept. 9. 10: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1839 October 6: Feuerkugel zu Plaisance (ib.).

(1839 Octbr. 8: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1839 November (Anfang). An einem der ersten Tage des Monat November 1839 hörte Galeotti auf dem Gebirge Nopalera in Mexico (12—1500 Meter hoch), 2 *Uhr Mittags* eine starke Detonation und erblickte zu derselben Zeit einen langen Lichtstreif von West nach Ost, wahrscheinlich von einem Meteorsteinfalle herrührend, welcher in der Cordilleras, nördlich von Sola, stattgefunden haben mufs. Die Einwohner von Sola erzählten, dafs dieses Phänomen häufig während oder am Ende der Regenzeit sich ereigne (*Bullet. de l'Acad. R. de Bruxelles.* 1841 *t. II*, *p.* 438).

1839 Novbr. 1: Feuerkugel in Rufsland (*Quet.* a. a. O. *Notes*).

1839 Novbr. 6: Feuerkugel in Parma (ib.).

1839 Novbr. 9 ward in Antigua (West-Indien) etwas *nach Tagesanbruch* eine Erschütterung verspürt. Anfangs hielt man sie für ein Erdbeben oder Gewitter; aber Feldarbeiter haben eine von Ost nach West ziehende Feuerkugel bemerkt, welche über der Stadt nach dem Meere zu zerplatzte; sie vernahmen eine dreimalige Explosion (*Sillim. Journ. Vol.* 39. *p.* 381. > *Danske Westind. Regier. Avis.* 1840 Jan. 2).

1839 Novbr. 10: Feuerkugel zu Parma (*Quet.* a. a. O. *p.* 57).

(1839 Novbr. 10 bis 13: November-Phänomen)

1839 Novbr. 29. Capocci erwähnt in einem Briefe an Quetelet unter diesem Datum einer grofsen Feuerkugel, welche in ihrem Laufe zurückkehrte. Sie wurde 20 *Minuten vor Sonnenuntergang* in Neapel gesehen und zog zuerst von West nach Ost; am adriatischen Meere angelangt, wandte sie sich zurück und durchzog das Königreich Neapel von Nordost nach Südwest, von den Abruzzen bis Neapel, wo sie über dem Golf, südwestlich von Pausilippo erlosch, ungefähr bei 8 Meilen Höhe. Sie liefs einen langen Schweif hinter sich, welcher selbst bei *hellem Sonnenschein* in lebhaften Regenbogenfarben leuchtete (*Bullet. de l'Ac. R. de Brux.* 1840 *II, p.* 2).

(1839 December 7: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1839 Decbr. 18, 9 Uhr 40 Min. Ab. Feuerkugel in Breslau mit langem Schweife von 4 Sekunden Dauer am nordöstlichen Himmel (Privatnot.).

1840 Januar 8, 7 Uhr 55 Min. Ab. wurde nach einer Mittheilung von Dr. Neuber an den verst. Etatsrath Schumacher in *Apenrade* eine grofse Feuerkugel beobachtet; ihren Anfang nahm sie südlich von Castor und Pollux, ging anscheinend durch den Zenith und verschwand bei ζ Cygni: ihre Richtung war also O.S.O. nach W.N.W.; ihre Gröfse wird bis zu $\frac{1}{3}$° angegeben. Das Licht war dem eines hellen Blitzes gleich und erleuchtete Alles umher mit Vollmondshelle. Anfangs war sie ohne Schweif, der sich aber später bildete, feuerroth war und während seines ganzen Erscheinens Funken sprühete; man hat ihn auf $1\frac{1}{2}$° geschätzt. Etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3 Minuten nach dem Verschwinden der Feuerkugel ward ein Knall gehört, wie der Donner eines schweren Geschützes; einige wollen ein Knistern, andere ein dumpfes Rollen gehört haben; Dr. Neuber schätzte die Dauer des Knalles auf 8 bis 10 Sekunden. Die Feuerkugel hat wahrscheinlich eine sehr grofse Höhe gehabt, da sie von Horsens bis Altona gesehen worden ist;

wahrscheinlich ist sie über der Nordsee zersprungen (Pogg. Ann. Bd. 51. p. 169).

1840 Februar 6. 7 in der Nacht ward zu Brüssel eine helle von S. O. nach N. W. ziehende Feuerkugel gesehen (*l'Inst. No.* 342).

1840 Febr. 8: Feuerkugel zu Copenhagen (*Quetel.* a. a. O. *p.* 58). An *demselben Tage:* zahlreiche Sternschnuppen während eines Nordlichtes.

1840 März 17 wurde in Canada eine grofse Feuerkugel gesehen (*Sillim. Amer. Journ. Vol.* 39. *p.* 381).

(1840 März 22: Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1840 April 8: desgl.)

1840 Apr. 28, 8 Uhr Ab. beobachtete Colla in Parma am östlichen Himmel eine grofse Feuerkugel, welche sich langsam von Südwest nach Nordost bewegte; ihr scheinbarer Durchmesser übertraf 4 Male den der Venus (*Bull. de l'Ac. R. de Bruxelles* 1840 *II. p.* 74).

1840 Mai 13, 3 Uhr Morgens wurde in Connecticut eine grofse Feuerkugel mit einem Schweife von einigen Sekunden Dauer gesehen (*Sillim. Journ. Vol.* 39. *p.* 381).

1840 Mai 23, 10 Uhr 50 Min. Ab. erschien in Parma am westlichen Himmel bei 40° Höhe eine grofse Feuerkugel, welche sich von S. W. nach N. O. bewegte; sie war von blauer Farbe (*Bull. de l'Ac. R. de Brux.* 1840, *II. p.* 74).

1840 Mai 31 zwischen 11 und 12 Uhr Ab.: Feuerkugel von blauer Farbe in Parma, deren Richtung von Süd nach Nord ging (ib.).

1840 Juli 17, 7½ Uhr Morgens: Feuerkugel zu Ceresetto in Piemont mit Meteorsteinfall; s. Verz. v. Meteorst.

1840 Juli 26 wurden in Paris viele Feuerkugeln mit Sternschnuppen gesehen (*Compt. Rend. t. XI. p.* 357).

(1840 August 1. 3. 5. 9 bis 13; August-Phänomen.)

1840 Aug. 2: Feuerkugel in Frankreich (*Quet.* a. a. O. *p.* 58).

1840 Aug. 7: Feuerkugel in Neapel (ib.).

1840 Aug. 13, 9 Uhr 51 Min. beobachtete v. Tschudi

in Peru nach Osten hin ein starkes Meteor, und 2 Uhr 25 Min. des Morgens ein zweites noch gröfseres (Privatnotiz).

1840 September 1. 21. 22: Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1840 October 7. 8. 21. 29 bis 31: desgl.)

1840 Oct. 29: Feuerkugel zu Brüssel (*Quet.* a.a.O. *p.* 58).

(1840 December 6. 10: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1840 Decbr. 25, 5½ Uhr Ab. wurde in der Gegend von Lundenburg und Feldsberg in Mähren eine Feuerkugel gesehen; sie zeigte sich in der Richtung gegen Südost und glich vollkommen, nach den Aussagen glaubwürdiger Beobachter, einer leuchtenden Rakete oder sogen. bengalischen Flamme und mochte ungefähr 4 bis 6 Sekunden dauern. Dasselbe Meteor ist auch in Peterwardein wahrgenommen worden (Wien. Zeitg. 1841 No. 46).

1840 Decbr. 27 gegen 7 Uhr Ab. wurde in Mitau eine grofse Feuerkugel gegen S. W. gesehen (*Dorpat. Inland.* 1831 S. 29).

1840 Decbr. 29, 6 Uhr 20 Min. Abends beobachtete v. Demidoff in Nijné-Tagilsk eine grofse, blaue Feuerkugel mit einem langen Schweife von 7 Sagenen (=15 Meter) Länge: das Licht war sehr blendend; sie bewegte sich sehr rasch von N.O. nach S.W. mit einem Pfeifen. — 6 Uhr 40 Min. erschien zu Vicino-Vatkins ein ähnliches Meteor (*l'Inst. No.* 484).

(1841 Februar 19 u. 23: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1841 Febr. 25, 3 Uhr Nachmittags wurde zu Parma eine Feuerkugel gesehen, dieselbe, die als Meteorstein zu Chanteloup niederfiel und ein Gebäude anzündete; s. Verz. v. Meteorst. (*Compt. Rend. t. XII. p.* 514).

1841 Febr. 27, 4 Uhr 40 Min. Morg. wurden zu Parma und Guastalla zwei verschiedene Feuerkugeln gesehen (ib. *p.* 700).

1841 März 8, 9½ Uhr Ab. wurde zu Guastalla eine Feuerkugel von 2 Minuten Dauer und mit Explosion wahrgenommen (ib.).

1841 März 15 sah man zu Princetown und New-Ha-

ven eine grofse Feuerkugel von weifser und blauer Farbe; sie soll der Beschreibung nach einen Durchmesser von 840 Meter gehabt haben (*Amer. Philos. Soc. at Philadelphia* 1841 März 19).

1841 März 21 in der Nacht zu St. Menehould grofse Feuerkugel (*l'Inst. No.* 384).

1841 März 24, 10 Uhr 5 Min. Ab. sah man eine Feuerkugel zu Genf, 8 bis 10mal so grofs als Venus; sie verschwand nach 4 bis 5 Sekunden ohne Explosion und Funkensprühen (*Compt. Rend. t. XII. p.* 790).

1841 März 30, 9 Uhr 2 Min. eine Feuerkugel zu Genf, welche nach 1¼ Minute verschwand (ib.).

(1841 April 18. 19. 20. 21: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1841 Mai 13, 9½ Uhr Ab. beobachtete Forster zu Brügge eine hellglänzende Feuerkugel, welche farbige Funken hinterliefs und sich vom Zenith nach W. S. W. bewegte; die Erscheinung dauerte 5 Sekunden. Besonders bemerkenswerth war das Aufeinanderfolgen der grünen, gelben, blauen und und rothen Farbe, welche sich bei ihrem Laufe zeigte. Quetelet hat an demselben Abende um 11 Uhr eine helle Feuerkugel gesehen (*l'Inst. No.* 402 >*Ac. de Brux.* 1841 Juni 5).

1841 Mai 16: Feuerkugel zu Montargis (*Quet.* a. a. O. *p.* 58).

1841 Mai 24, 8 Uhr 20 Min. Ab. beobachtete Capocci in Neapel eine sehr langsam dahinziehende Feuerkugel im Sternbilde des Raben (*l'Inst. No.* 407).

1841 Juni 9, 8 Uhr Ab. ward an vielen Orten Frankreichs eine grofse azurblaue Feuerkugel gesehen (u. A. zu Bordeaux, Agen, Pont le Voy, Bagnoles, St. Rambart, Angers, Toulouse). Sie bewegte sich von Ost nach West und ihre Dauer betrug anderthalb Minuten. Petit, Director der Sternwarte zu Toulouse, rechnet sie zu denjenigen Boliden, welche als Satelliten die Erde umkreisen und hat sogar nach seiner Methode von ihr, wie von vielen anderen, die Bahn-Verhältnisse berechnet. Le Verrier hat diese Methode neuerdings vor das Forum seiner scharf-

sinnigen Kritik gezogen und sie nicht stichhaltig gefunden, trotz der Argumentationen von Petit (s. *Compt. Rend. t. XXXII. No.* 16). Ich erwähne daher die Beobachtungen Petit's hier nur historisch, der Vollständigkeit wegen. — Nach Petit ist nun das Resultat aus den Beobachtungen von Angers, Toulouse und St. Rambart:

Höhe über der Erde	142122met.,02	
Geschwindigkeit in 1 Sekunde .	37729	,885 (?)
Absolute Geschwindigkeit . .	40902	,32

Die Einwirkung der Sonne *allein* würde das Bolid eine Ellipse beschreiben lassen: da aber zur Zeit der Beobachtungen die Erde eine 1551 mal stärkere Anziehungskraft auf das Bolid ausübte, als die Sonne, so müfste es eine Hyperbel beschreiben (vermöge der anfänglichen Geschwindigkeit), in deren Brennpunkte sich die Erde befinde, und deren Ebene sich über den Aequator um 52° 4′ 6″ erhebe. Die Entfernung des Bolides im Perigäum betrage 6'508322 Met. und die Excentricität sey = 18'34414 (*C. R. t. XIV. p.* 157).

1841 Juni 12, 1½ Uhr Nachmittag: Feuerkugel und Meteorsteinfall bei Château-Renard in Frankreich; s. Verz. v. Meteorst.

1841 Juni 14: Feuerkugel in Frankreich (*Quet.* a. a. O. *p.* 59).

?? 1841 Juni, ? sah Butti zu Mailand 6 Uhr Nachmittags bei einem strömenden Regen einen langsam aufwärts ziehenden Feuerball; er verschwand nach 3 Minuten bei der Spitze des Glockenthurmes Dei Servi mit einem dumpfen Tone, wie der Knall eines 36 Pfünders aus 15 Milles Entfernung. Mr. Arago theilt dies Phänomen der Pariser Academie als ein Beispiel eines *„foudre globulaire“* mit (*Compt. Rend. t. XXXV. p.* 193).

1841 Juli 4, 9½ Uhr Ab. beobachtete Colla in Blois eine helle Feuerkugel (*l'Inst. No.* 422).

1841 Juli 20, 8 Uhr 40 Min. Ab. hat Wartmann in Pregny bei Genf eine weifse Feuerkugel beobachtet, *ohne* Lichtschweif, von π Bootis bis ε Virginis; die Dauer betrug 4 bis 5 Sekunden. Diese Feuerkugel zeigte eine sonder-

bare Erscheinung, nämlich ein successives Verschwinden und Wiederaufleuchten bei völlig heiterem Himmel; sie verschwand bei ε Virginis, ohne sich nach der Erde hinzusenken und ohne Geräusch. Im J. 1840 wollen Wartmann und sein Sohn ähnliche Erscheinungen wahrgenommen haben (*l'Inst. No.* 406).

(1841 Juli 22 u. 28: Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1841 August 9 bis 11: August-Phänomen.)

1841 Aug. 15, 9 Uhr Ab. erblickten Babinet und mehrere Andere zu Paris eine helle Feuerkugel im Schwan: sie bewegte sich langsam von Süd nach Nord und dauerte 3 bis 4 Sekunden; sie verschwand plötzlich. Dieselbe Erscheinung ist auch zu Rheims gesehen worden (*l'Inst. No.* 400 u. 402).

1841 Aug. 20: Feuerkugel zu Corfu (*Quet.* a. a. O. *p.* 59).

1841 September 8: Feuerkugel zu Paris (ib.).

1841 Septbr. 9 beobachtete Mauvais auf der Sternwarte zu Paris eine sehr helle Feuerkugel von röthlichem Lichte und mit einem Schweife von gelblicher Farbe, welcher 1 Min. 10 Sek. lang unbeweglich stehen blieb. Der Lauf der Feuerkugel ging von λ Andromedae bis β Cassiopeae: der Schweif indessen blieb bei λ Androm. stehen (*l'Inst. No.* 404).

(1841 Septbr. 8 bis 10, 17 bis 20, 24: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1841 Septbr. 20, 8 Uhr 41 Min. Ab. sah Wartmann in Genf eine prächtige Feuerkugel mit einem sehr langen Schweife und wahrscheinlich von grofser Höhe (*l'Inst. No.* 406 u. 409).

1841 Septbr. 29: Feuerkugel zu Bayonne (*Quet.* a. a. O.)

1841 October 8: Feuerkugel zu Dijon (ib.).

(1841 Octbr. 10, 17 bis 25: October-Phänomen.)

1841 November 5: Feuerkugel und Meteorsteinfall bei Bourbon in der Vendée (Schles. Zeitg. 1841 Nov. 26).

1841 Novbr. 6, 8 Uhr 51 Min. Ab. beobachtete Colla in Parma eine Feuerkugel, zweimal heller als Venus und von derselben Farbe: sie erschien im grofsen Bär, bewegte

sich parallel dem Horizonte von Ost nach West etwa über einen Bogen von 25° und erlosch in der Luft ohne irgend ein Geräusch (*Bull. de l'Ac. R. de Brux.* 1841 *II. p.* 370).

1841 Novbr. 10 wurde eine grofse Feuerkugel in verschiedenen Gegenden Nord-Amerika's beobachtet (*Sillim. Amer. Journ. Vol.* 43. *p.* 399).

(1841 Novbr. 11 bis 14: November-Phänomen.)

1841 Novbr. 15, 6 Uhr Ab. wurde in Langensalza eine grofse Feuerkugel gesehen, welche mit einer gewaltigen Explosion anscheinend dicht über der Stadt zerplatzte (Bresl. Ztg. 1841 Novbr. 24).

(1841 Novbr. 19. 20: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1841 December 5 zwischen 6¾ u. 7 Uhr ward zu Goldberg in Schlesien ein Lichtglanz von weifser Farbe, wie bengalisches Feuer, gesehen, welcher den ganzen nördlichen Himmel einnahm; in der Mitte desselben befand sich eine Feuerkugel von der scheinbaren Gröfse des Vollmondes. Bei ihrem Niederfallen schien sie sich in eine Menge kleiner Theile aufzulösen, die wie Sterne erster Gröfse glänzten. Die ganze Erscheinung dauerte etwa 1 Minute (Schles. Ztg. 1841 Dec. 13). Diese Feuerkugel ward zu derselben Zeit auch auf dem Kapellenberge bei Hirschberg wahrgenommen; auch glaubte man ein Knistern gehört zu haben (ib.). Ebenfalls hat ein Reisender sie in der Nähe von Winzig gesehen und eine Detonation gehört (ib.), wie auch zu Oels 6½ Uhr Ab. in N.O. und bei Briese (ib.), und zu Breslau (Privatnot.). Ein Beobachter in der Neustadt zu Breslau hat diese grofse Feuerkugel um 6½ Uhr beinahe von der Gröfse des Vollmondes, von bläulichem, sehr intensivem Lichte, ebenfalls in nordöstlicher Richtung, herabfallen gesehen (Privatnot.). — Ein Beweis, wie sehr man sich über die anscheinende Nähe einer Feuerkugel und ihres vermuthlichen Niederfallens täuschen kann, ist der Umstand, dafs man in Oderberg, Inowraclaw und Lukkenwalde dasselbe Meteor ebenfalls gesehen hat (Schles. u. Bresl. Ztg. 1841 Dec. 20 u. 24).

(1841 Decbr. 10. 11: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1841 Decbr. 16, 6 Uhr 50 Min. Ab. ward zu Oels eine länglich geformte Feuerkugel gesehen; sie zog ohne Explosion durch den Schwanz des grofsen Bären gegen den Horizont zu (Schles. Provinzialbl. 1842 Januar).

1841 Decbr. 21 wurde zu Glasgow und bei Stirling eine äufserst glänzende Feuerkugel gesehen; sie war weit gröfser als der Mond und hatte einen gekrümmten Schweif (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850 > *Thoms. Introd. etc. p.* 305).

1841 Decbr. 29. 30, 1 Uhr 45 Min. Nachts wurde zu St. Maixent und Raffenne (Dep. *deux Sèvres*) eine sehr helle und grofse Feuerkugel erblickt, die bei der Annäherung an den Boden in grofse Stücke zersprang; ein Geräusch ward nicht vernommen (*l'Inst. No.* 421).

1842 Februar 9, 7 Uhr 45 Min. Ab. wurde zu Agen und Toulouse eine langsam von Ost nach West ziehende Feuerkugel beobachtet; sie verschwand nach 10 Sekunden in einer Wolke (*C. R. t. XIV. p.* 282).

1842 Febr. 19 ward eine Feuerkugel zu Basilico in der Schweiz, gröfser als der Mond, von N. W. nach S. O. ziehen gesehen (*Gazetta Piemontese* 1842 März 4).

1842 Febr. 20, 11¼ Uhr Ab.: Feuerkugel in Württemberg, von W. nach O. (*l'Inst. No.* 445).

1842 März 18: Feuerkugel zu Parma (*Quet.* a. a. O. *p.* 59).

1842 April 11 beobachtete Capit. Shortrede zu Chârka in Indien (unter 24° 6' n. Br. u. 81° 2' ö. L.), 4 Uhr Morgens eine grofse Feuerkugel: er wurde auf sie durch einen glänzenden Lichtschein aufmerksam gemacht und erblickte im Sternbilde des Skorpion eine Feuerkugel von dem Ansehen einer Rakete. Das Meteor war ungefähr 10°—20° lang und ebenso breit: an dem oberen Ende war es etwas schwächer. Es blieb in derselben Stellung und in derselben Helligkeit gegen 3 Minuten, bis es allmälig schwächer wurde; es begann hierauf, sich zu krümmen und nach Westen hin zu bewegen. Es löste sich in einen feinen Rauch auf und verschwand ungefähr 3 oder 4° von dem Platze, wo es zuerst gesehen worden war: ein Ge-

räusch hat der Beobachter nicht vernommen. Die ganze Erscheinung dauerte 5 Minuten (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

1842 Juni 3, 9 Uhr 5 Min. Ab. wurde zu Berriat, Mende und St. Beauzires (Dep. Lozères) eine Feuerkugel mit wahrscheinlichem Meteorsteinfall beobachtet (Pogg. Ann. Bd. 56 p. 644). — Jules de Malbos bemerkte sie ebenfalls in der dasigen Gegend in westlicher Richtung; sie war von rother Farbe und heller als der Mond; nach 6 Minuten hörte er ein Getöse, wie von fernem Donner. Nach einer anderen Beobachtung löste sie sich in kleine Lichtpunkte auf, welche successiv erloschen. Ihr Lauf war sehr rasch: auch hörte dieser Beobachter zwei Minuten nach ihrem Verschwinden eine Explosion. Aufserdem wurde das Meteor auch noch zu Montpellier und Toulouse gesehen (*C. R. t. XIV. p.* 918). —

Petit hat auch dieses Bolid als einen Trabanten der Erde betrachtet und zwar als ein solches, welches den December- und Juni-Sternschnuppen entspricht (so auch die Bolide von 1839 Juni 6. und 1841 Juni 9. u. 12); er nimmt die Bahn dieses Bolides von 1842 Juni 3. ebenfalls als eine Hyperbel an, in welcher die Distanz des Perigaeums vom Brennpunkte (Erdradius = 1) = 0.781011 und die Excentricität = 62.644130 ist; die Neigung bestimmte er zu 51° 35′ 58″ und fand eine rückläufige geocentrische Bewegung. Aufserdem fand er:

Die Höhe des Bolides über der Erde bei seinem Erscheinen	301349met.
Die Höhe des Bolides über der Erde bei seinem Verschwinden	20714
Scheinbare Geschwindigkeit in 1 Sekunde .	71288
Relative Geschwindigkeit in Bezug auf die Erde	71085
Absolute Geschwindigkeit im Raume . . .	74259

(*C. R. t. XVI. p.* 485).

1842 Juni 12, 8 Uhr Ab. wurde bei Toulon auf einem Schiffe „la Vigie“ eine Feuerkugel beobachtet und als ei-

ner „Römischen Kerze“ ähnlich beschrieben: es zerplatzte mit Detonation in zwei kleinere Meteore (*l'Inst. No.* 493).

1842 Juli 11, 9 Uhr 10 Min. Ab. sah man zu Paris eine Feuerkugel, welche 3 bis 4 Minuten unbeweglich blieb, worauf sie allmälig kreisförmig und in dieser Gestalt noch 2 Minuten gesehen wurde. Babinet will hieraus auf eine Nicht-Rotation der Feuerkugel schliefsen (*l'Inst. No.* 447).

1842 Juli 31, 10 Uhr 12 Min. Ab. sah Schmidt zu Hamburg eine Feuerkugel von deutlichem Durchmesser, sehr hell und grün; sie schien mit blauem Lichte zu zerspringen; der rothgelbe Schweif leuchtete 3 Sekunden, ein kleines Fragment davon noch 10 Sek. (Schmidt Result. 10jähr. Beob. über Sternschnuppen. 1852 p. 5).

1842 August 5, 8 Uhr 20 Min. sah G. v. Boguslawski eine grofse Feuerkugel etwa 4° über dem Horizonte; ihr Lauf war fast horizontal von N.W. nach W.; sie hatte einen rauchähnlichen Schweif und explodirte nach 10 Sek. Dauer und an ihrer Stelle erschien eine schwarze Rauchwolke, welche langsam aufwärts steigend nach und nach verschwand. —

1842 Aug. 9, 9 Uhr 48 Min. sehr helle, grüne Feuerkugel zu Hamburg; der rothe Schweif leuchtete 7 Sekunden (Schmidt a. a. O. p. 5).

(1842 Aug. 9 bis 11: August-Phänomen.)

1842 Aug. 12 wurde eine sehr helle Feuerkugel im *Depart. de l'Isère* beobachtet von 5 bis 6 Sekunden Dauer (*l'Inst. No.* 453).

1842 September 30, 8 Uhr 29 Min. Ab. sah Colla zu Parma eine sehr helle Feuerkugel, einige Grade unterhalb des Polarsternes; nach einer Sekunde verlor sie ihren Glanz, erhielt ihn aber später wieder und erlosch ohne Explosion (*l'Inst. No.* 461).

1842 October 4, sah J. Glaisher zu Cambridge eine bemerkenswerthe Feuerkugel (*Rep. of. Br. Ass. f.* 1848).

1842 October 18, 7 Uhr 48 Min. Ab. sah Schmidt in Hamburg ein sehr helles Meteor (wie Jupiter) sehr tief am

am Horizonte; es blieb zum Theil selbst hinter Wolken sichtbar (Schmidt a. a. O. p. 5).

1842 October 23 zwischen 8 Uhr 30 Min. und 8 Uhr 50 Min. ist an verschiedenen Orten in Schlesien eine grofse Feuerkugel gesehen. Es sind über dieselbe eine grofse Anzahl von Zeitungs- und Privatnachrichten vorhanden, aus denen sich folgende übereinstimmende Angaben entnehmen lassen: Die Feuerkugel erschien zuerst mit grofser Geschwindigkeit, aber mit abnehmender Helligkeit von Süd nach Ost; sie durchlief in höchstens 3 Sekunden beinahe den vierten Theil des sichtbaren Himmels. Als sie nach Westen zu die Erde zu berühren schien, löste sie sich in einzelne Funken auf, welche allmälig verschwanden. Die meisten Beobachter haben einige Zeit nach dem Verlöschen der Feuerkugel ein Geräusch gehört, wie von einem mit Tonnen beladenen Wagen auf dem Strafsenpflaster. Die Erscheinung wurde beinahe in ganz Niederschlesien gesehen. (Schles. u. Bresl. Zeit. v. Oct. 27 bis Nov. 2 und Privatnot.)

(1842 November 11 bis 14: November-Phaenomen.)

1842 December 5 zeigte sich gegen 5½ Uhr Ab. ein heller Lichtschein im S. W. von Epinal in den Vogesen: unmittelbar darauf hörte man ein dumpfes, entferntes Geräusch, welches einige Sekunden anhielt und einer successiven Artilleriesalve von mehreren Geschützen ähnlich war. Zugleich bemerkte man über den Höhen von St. Antoine eine ungeheure, stark glänzende Feuerkugel, welche sich in 3 Theile spaltete: einer dieser Theile fiel zwischen den Häusern von Saut-le-Cerf nieder und schien auf einer Wiese hin zu rollen; ein anderer theilte sich wieder und fiel wie ein Feuerregen auf die Stadt Epinal; der dritte und gröfste Theil zog, wie ein Feuerstreifen an dem Abhange von Eufromont und erreichte die Erde in der Mitte der Höhe dieses Abhanges. Guery's Nachforschungen nach einer niedergefallenen Meteormasse glückten Anfangs nicht; endlich aber fand er 1851 Juli 7 eine *Eisenmasse*,

welche wahrscheinlich von diesem Meteorsteinfalle herrührt. (S. Verz. v. Eisenm. IV. *Compt. Rend. t. XXXV, p.* 289.)

1843 Januar 2, 8 Uhr 10 Min.: Feuerkugel zu Brügge (*l'Inst. No.* 499).

1843 Februar 1 zwischen 7 und 8 Uhr Ab. erschien zu Riegersdorf bei Strehlen im S. W. eine Feuerkugel (Schles. Provinzialbl. 1843 März).

1843 Febr. 5, 8 Uhr Ab. erblickte man in der Grafschaft Nottingham eine grofse Feuerkugel von blutrother Farbe, welche sich nach N. W. hin bewegte (*l'Inst. No.* 481, *Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

1843 März 20 sah Schmidt in Hamburg eine gelbe Feuerkugel tief am Horizonte (Schmidt a. a. O. p. 10).

1843 April 14 zwischen 8 und 9 Uhr Ab. wurde zu Clermont (*Dep. l'Oise*) eine Feuerkugel gesehen; sie bewegte sich sehr rasch von West nach Ost und erlosch plötzlich (*l'Inst. No.* 489).

1843 Mai 4, 2 Uhr Morg. sah man eine aufserordentlich helle Feuerkugel in einem grofsen Theile von Frankreich von 3 bis 4 Sekunden Dauer (*ib. No.* 495).

1843 Juni 21, 1 Uhr Morg. erblickte Colla in Parma eine Feuerkugel, welche heller als der Vollmond war und 1 Minute lang sichtbar blieb (*l'Inst. No.* 499).

? 1843 Juli 7 erschien während eines Gewitters bei Liège plötzlich eine Feuergarbe von blendender Weifse; sie zerstob in mehrere Theile, welche einzeln mit einem eigenthümlichen Geräusche dahinschossen (*ib.*). Vielleicht nur ein Blitz?

(1843 Juli 3, 7, 11 bis 13, 21, 25, 29: Zahlreiche Sternschnuppen.

1843 August 6/7 zwischen 1 und 2 Uhr Nachts erschien zu Rheine in Westphalen am südwestlichen Himmel etwa 41° hoch über dem Horizonte plötzlich eine hellglänzende weifse, kugelförmige Scheibe in schlangenförmige Strahlen sich auflösend. 15 Sekunden später erfolgte ein dumpfer Donner; es wird hierbei ein Meteorsteinfall vermuthet (Pogg. Ann. Bd. 60).

(1843 August 9 bis 13: August-Phaenomen).

1843 September 17 sah Schmidt in Hamburg eine so langsam dahinziehende grofse Sternschnuppe (sie durchlief 76° AR. und 2° Decl. in 7 Sekunden), dafs die Aenderungen der Bewegung und des Lichtes deutlich wahrgenommen werden konnten (Schmidt a. a. O. p. 10).

1843 Septbr. 22. Sehr helles Meteor in Hamburg von 9 Sekunden Dauer; der $\frac{1}{4}$° breite und 90° lange Schweif blieb 5 Sekunden sichtbar. Die ganze Erscheinung glich einem grofsen Kometen (ib.). Diefs scheint abermals zu erklären, warum in früheren Zeiten so häufig grofse Feuerkugeln von langer Dauer für Kometen gehalten worden sind. —

1843 October 2, 2 Uhr Morgens sah man zu Pont de Bonvoisin eine grofse Feuerkugel mit hellem Schweife und Detonation (*l'Inst. No.* 512).

1843 Octbr. 16. von 6 bis 8 Uhr Ab., zahlreiche Sternschnuppen in England, nebst einer grofsen Feuerkugel von Pegasus, durch Cygnus, Lyra, Corona, bis nahe zum Arctur, mit einem glänzenden Lichtschweife von einigen Sekunden Dauer (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1843 November 10 oder 12: Lichterscheinung auf der Donau (s. Verz. v. Meteorst.).

(1843 Novbr. 14. bis 16: November-Phaenomen).

1843 Novbr. 18, 11 Uhr 20 Min. Abends beobachtete Lowe zu Nottingham bei dem Sirius eine sehr grofse Feuerkugel; sie zog durch den Orion, Stier, Widder, Andromeda bis β Pegasi; sie war dreimal so hell als Jupiter (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1843 December 11, 5 Uhr Abends ward zu Commercy (Meuse) bei völlig heiterem Himmel in der Gegend des kleinen Bär eine langsam dahinziehende Feuerkugel mit einem röthlichen Schweife wahrgenommen; sie erlosch, bevor sie den Horizont erreicht hatte, ohne irgend eine Detonation (*Compt. Rend. t. XVII, p.* 1339).

1843 Decbr. 21. 10 Uhr Abends ward zu Zürich, Bern Freiburg und im Elsafs eine aufserordentlich helle Feuer-

7*

kugel trotz des dichten Nebels gesehen; die ganze Gegend war, wie mit Tageshelle während 2 bis 3 Sekunden erleuchtet. In den Vogesen wurden zwei Detonationen gehört, so dafs die Thüren und Fensterscheiben klirrten (*l'Inst. No.* 529 und Bresl. Zeitg. 1844 Jan. 8).

(1843 December 28: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1844 Januar 20 u. 25: Feuerkugeln zu Neapel (*l'Inst. No.* 573).

1844 Febr. 8 u. 18: Feuerkugeln zu Parma (*ib.*)

1844 Februar 12 (Januar 20 a. St.), 6¼ Uhr Ab. sah man bei Usting im Gouv. Wologda einen dichten Haufen hellglänzender Sterne in runder Masse mit einem Schweife, dessen oberer und unterer Rand helleres Licht hatte, sich wellenförmig bewegte und einen langen, grünlich leuchtenden Streifen zurückliefs: diese Erscheinung bewegte sich horizontal von S. O. nach N. W. fort (Bresl. Zeitg. 1844 April 30).

1844 Febr. 20 des *Mittags* ward zu Hannover während eines Schneegestöbers ein detonirendes Feuermeteor gesehen (Schmidt a. a. O. cit. Hamb. wöch. Nachr. 1844 Febr. 26).

1844 April 3: Feuerkugel zu Siena und Neapel (*l'Inst. No.* 573).

1844 April 11, 7 Uhr 46 Min. Ab. sah man in Edinburg eine grofse, dunkelrothe Feuerkugel nach einem trüben, nebeligen Tage, ihr Lauf von N. nach S. war nicht sehr geschwind, denn die Erscheinung war 5 bis 6 Sekunden sichtbar (*l'Inst. No.* 540).

1844 Mai 11, 9 Uhr 48 Min: Feuerkugel zu Hamburg, goldgelb mit rothem Schweife (Schmidt a. a. O. p. 15).

1844 Juni 12: Feuerkugel zu Mailand (*l'Inst. No.* 573).

1844 Juli 10, 11½ Uhr Ab.: Goldfarbige, sehr helle Feuerkugel zu Hamburg (Schmidt a. a. O. p. 15).

1844 Juli 20 gegen 9 Uhr Ab. sahen Quetelet und Amici zu Brüssel eine grofse Feuerkugel; sie betrug 15 bis 20 Bogenminuten im Durchmesser (*l'Inst. No.* 573).

Denselben Abend, bald nach 11 Uhr erblickte man zu

Parma, Nürnberg und Bamberg eine grofse Feuerkugel, welche mit grofsem Gekrach explodirte; 4 Minuten darauf ward zu Nürnberg ein verhallender Donner gehört, ebenso zu Bamberg. In Würzburg war er so stark, dafs man wähnte, das Pulvermagazin sey aufgepflogen (*ib.*).

1844 Juli 24: Feuerkugel in Brüssel (*Ac. de Brux.* 1844 *Aug.* 3).

1844 Juli 27: Röthliche Feuerkugel zu Brügge (*l'Inst. No.* 573).

1844 Juli 31: Feuerkugel zu Parma (*ib.*)

1844 August 5, 10 Uhr 36 Min.: Prachtvoll grüne Feuerkugel im Glanze der Venus zu Hamburg; sie schien zu zerspringen und einen Schweif nach sich zu lassen (Schmidt a. a. O. p. 16).

(1844 Aug. 8 bis 11: August-Phaenomen.)

1844 Aug. 8: Feuerkugel an der Küste der Bretagne (*l'Inst. No.* 573).

1844 Aug. 16: Feuerkugel zu Darmstadt und Frankfurt a. M. (*ib.*)

1844 September 5 ist in *ganz* Schlesien zwischen 7 und 8 Uhr Ab. (genauer 7½ Uhr) eine grofse Feuerkugel gesehen worden, über welche mir 35 Berichte aus den verschiedensten Orten Ober- und Niederschlesiens vorliegen, die anderweitig noch nicht publicirt sind. Es mögen daher hier einige der zuverlässigsten von ihnen, und zwar aus den Gränzorten und den in der Mitte liegenden, mitgetheilt werden. — So schreibt Hr. v. Hochberg aus Mokrau bei Nicolai in Oberschlesien u. A. Folgendes d. d. 1844 Sept. 10:

»Den 5ten d. M. Abends 7½ Uhr habe ich, als ich von Nicolai nach meinem Gute Mokrau fuhr, *südlich* eine von Ost nach West ziemlich langsam fortziehende Feuerkugel in gleicher Höhe, horizontal etwas herabsteigend, wahrgenommen, welche etwa 8 Sekunden sichtbar blieb, in einem weifslich hellen Lichte erschien, an Röthe zunahm, und dann in zwei bis drei Lichtpunkte zerplatzte. Die Feuerkugel, so wie die herabsinkenden einzelnen Theile bilde-

ten Nebelstreifen hinter sich, wie es bei gewöhnlichen Raketen der Fall ist. Die Gröfse des Meteores erschien etwa doppelt so grofs, wie der Planet Venus im vollsten Lichte sich dem unbewaffneten Auge zeigt. Die einzelnen Theile nach der Explosion erschienen als kleine Sterne und verlöschten schnell.«

Aus Breslau führe ich folgenden Bericht von Hrn. Dr. phil. Zuckermann an:

»Am 5ten d. M. sah ich um 7 Uhr 28 Min. eine Lichterscheinung am Himmel: ein feuriger Körper bewegte sich in einer Curve mit der convexen Seite nach oben am Himmel von Süden nach Norden. Die Intensität seines Lichtes war dem eines sehr hellen Lampenlichtes gleich; seine Form war ein Kegel, dessen Spitze in einem etwa 3 Mondbreiten langen Schweif auslief. Die Dauer war 1½ Minute; die Länge der Bahncurve betrug etwa 50°. Das Meteor erlosch, sich in mehrere Partien zertheilend: Wenn man vom Arctur, der um diese Zeit schon sichtbar war, ein Perpendikel von etwa 18° Länge, nach der Südseite fällt, so coïndicirt der Endpunkt desselben mit dem Endpunkte der beschriebenen Curve.«

Der Kgl. Steuerinspector Scholz aus Bernstadt schreibt aus *Hirschberg* d. d. 1844 September 8:

»Am 5ten September c. a. als Donnerstag Nachmittag nach 7½ Uhr ging ich in Begleitung mehrerer Personen von Berbisdorf kommend in Hirschberg über die Boberbrücke. In dem Augenblicke, als wir am Ende der Brücke nach der Seite der Stadt zu kamen, lenkte eine schnelle Erhellung am Horizonte unser Aller Augen auf einen Gegenstand, den wir alsbald für ein Meteor erkannten, und wurde demnach insbesondere meine Aufmerksamkeit ganz gefesselt. — In der Richtung von der evangelischen Kirche her, zog aus dem Morgen kommend, dicht vor unseren Augen und in nicht allzugrofser Schnelle, auch in einer keinesweges sehr bedeutenden Höhe eine Feuerkugel in ziemlich horizontaler Richtung, vorüber. Die Kugel selbst war von der Gröfse eines Bouteillenglases (?) und folgte derselben

ein grünlich-gelber Schweif, dessen Breite ich auf 4—6′ veranschlagte. — Die Kugel selbst in grünlich-gelbem Scheine nahm ihre Richtung nach W. N. W. und, als sie, von meinem Standpunkte aus gesehen, in der Gegend von dem bei Kunersdorf gelegenen Ottilienberge, zersprang, entwickelten sich aus ihrem Kern, 3 bis 4 kleine Kugeln, welche aber bald verschwanden. — Detonirt hat dieses Springen nicht, was gewifs hörbar gewesen, da Aller Aufmerksamkeit sich dem Phänomene zulenkte, die Luft sehr ruhig und die Temperatur äufserst mild war. Der Schweif stand noch vor meinen Augen, als das Springen erfolgt war. «

Ein anderer Berichterstatter, Hr. Cand. Girwert aus Eichberg bei Hirschberg, der im Ganzen sehr übereinstimmend mit dem vorigen den Hergang erzählt, hat ebenfalls keinen Knall wahrnehmen können, glaubte aber den Platz, über welchen die Feuerkugel explodirte und wo sich noch Stücke von ihr befinden mufsten, auf einer Wiese zwischen dem Bober und dem Grünbusch bei Lomnitz entdeckt zu haben: wirklich fand er auch zwei eisenhaltige Steine, die Spuren des Feuers an sich trugen und von grauer Farbe waren. Ich habe leider keinen dieser Steine zu Gesicht bekommen und weifs auch nicht, wo sie sich gegenwärtig befinden. Es ist daher sehr ungewifs, ob diese fraglichen Steine, wirkliche aus jener Feuerkugel herabgefallene Meteormassen seyen. Ueberhaupt zeigt die Erscheinung dieser Feuerkugel von 1844 Sept. 5 viele Aehnlichkeit mit der von 1852 Sept. 28 9½ Uhr M., die ebenfalls in ganz Schlesien gesehen worden ist und von der man auch kein Residuum irgend einer Art hat auffinden können, obschon sie offenbar die Erde erreicht haben mufs (s. Pogg. Ann. Ergänzgsbd. III. S. 630 u. Jahresb. d. Schles. Ges. f. 1852 Oct. 27). — Die Feuerkugel von 1844 Sept. 5 ist auch in Seitenberg in der Grafschaft Glatz, in Ostrowo im Posenschen, und in der Ober-Lausitz gesehen worden; sie mufs also bei ihrem Erscheinen noch eine bedeutende Höhe über der Erde eingenommen haben; die Wahrscheinlichkeit ist aber vorhan-

den, dafs sie in der Gegend von Hirschberg niedergefallen sey. Der Mangel an genaueren Angaben des Ortes am Himmel ihres Erscheinens und Verschwindens läfst keine sichere Rechnung und Bestimmung zu. —

1844 Septbr. 10. nach 9 Uhr Abends sahen die beiden Brüder Nicklès zu Benfeld am Rhein (*Bas-Rhin*) am nördlichen Himmel, nachdem mehrere Sternschnuppen gefallen waren, plötzlich einen hellglänzenden Punkt, welcher einen Augenblick in der Luft zu schweben schien, hernach aber plötzlich in verticaler Linie auf die Erde schofs, an Glanz und Volum zunehmend; sein Durchmesser betrug 4 bis 5 Centimeter; die ganze Erscheinung dauerte 2 Sek. hinter den Bäumen und Bergen verschwindend; die Farbe war blau (*Compt. Rend. t. XIX, p.* 1035). Dasselbe Meteor ist auch nach der *Democratie pacifique* von 1844 Septbr. 15 in Hasselt und Brügge gesehen worden. —

1844 Septbr. 20. Feuerkugel in Belgien (*l'Inst. No.* 568).

1844 Septbr. 24. Feuerkugel in der Provinz Basilicata in Neapel (*l'Inst. No.* 573).

1844 Septbr. 30. Feuerkugel in der Lombardei (*ib.*).

1844 Septbr. 30. 6 Uhr 36 Min. Abends. Meteor bei Hamburg (Schmidt a. a. O. S. 16).

1844 October 8. 7½ Uhr Ab. Feuerkugel zu Vals von S. S. W. nach N. N. O.; sie bewegte sich langsam und in horizontaler Richtung von S. S. W. nach N. N. O. mit einem kleinem Lichtschweif (*C. R. t. XIX, p.* 1036).

1944 Octbr. 10. 10 Uhr 6 Min. sah Schmidt in Bonn ein helles Meteor: es begann schwach, nahm in weifsem Lichte stark zu und wieder ab, um in grünem Glanze noch heller aufzustrahlen; es erlosch plötzlich, wie durch Explosion in der Helligkeit des Jupiter (Schmidt a. a. O. S. 16).

(1844 Octbr. 18. October-Phaenomen.)

1844 Octbr. 27. 9 Uhr 40 Min. Abends. Feuerkugel zu *Parsé sur Sarthe* in Frankreich von Ost nach West, so grofs, als der Mond. Nach 2 bis 3 Sek. Dauer folgte eine Explosion und Detonation. Petit hat auch von diesem

Bolid eine hyperbolische Bahn berechnet und zu finden geglaubt, dafs es jenseits der Atmosphäre unserer Erde erglänzt sey und mit einer gleichen Geschwindigkeit, als die Erde durch unser Sonnensystem dahineile. Er gelangt durch seine Betrachtungen über die Asteroiden der verschiedenen Zonen, welche sich durch Anzahl, Gröfse und Helle von einander unterscheiden, zu der Vermuthung: „*que le bolide du 27. Octobre (1844) semblerait indiquer l'existence de corps, auxquels on pourrait donner le nom de corps **intro-stellaires**, c. a. d. de corps d'un volume extraordinaire qui parcourraient l'espace en allant d'une étoile à l'autre et qui en rencontrant notre système solaire ne feraient que le traverser pour revenir à la region des étoiles, de laquelle ils étaient partis*“ (*Compt. Rend. t. XIX p.* 1038 > *l'Inst. No.* 568). (?)

1844 November 2. 2 Uhr 49 Min. Morgens. Glänzendes Meteor in Bombay, 15° über dem südlichen Horizont, von 4 Sek. Dauer (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

1844 Novbr. 4. 3 Uhr 45 Min. Morgens. Glänzendes Meteor in Bombay (*ib.*).

(1844 Novbr. 7 bis 16. November-Phaenomen.)

1844 Novbr. 17. 9 Uhr 4 Min. Glänzendes Meteor in Bombay westlich von Cassiopea von 2 Sek. Dauer (*Rep. of the Br. Assoc. f.* 1849).

1844 Novbr. 18. 19. 20. 21. Glänzende Meteore in Bombay (*ib.*).

1844 Novbr. 19/20. 2 Uhr Morg. erschien eine grofse glänzende Feuerkugel in einem grofsen Theile der Dep. Tarn, Aveyron und Lozère und in der Umgegend von Layssac bei vollkommen heiterem Himmel, milder Temperatur und hellem Mondschein; sie erschien plötzlich und mit so lebhaftem Glanze, dafs der des Mondes dagegen erlosch. Die Erscheinung ward von mehreren Bergleuten wahrgenommen, die von der plötzlichen Helle so erschreckt waren (wie der Berichterstatter Boisse sagt), „*que la plupart n'avaient pas osé lever les yeux pour reconnaître la cause de cette étrange clarté.*“ Einer von ihnen wollte

sogar die Blätter der Bäume haben knistern hören; nachdem er etwa 100 Schritte weiter gegangen war, hörte er eine heftige Explosion. Diese blendende Helle dauerte 40 bis 50 Sek. Nach einer Beschreibung im *Journal de l'Aveyron* (Novbr. 27.) hatte das Meteor eine längliche Form und bewegte sich von Ost nach West, überall hin in Funken zerstiebend und einen langen Schweif hinter sich lassend. Nach Verlauf einer Minute erfolgte ein heftiges, anhaltendes Getöse (*Compt. Rend. t. XX, p.* 887).

Gegen 3 Uhr Morgens erschien eine zweite Feuerkugel, so grofs, als der Mond, rund und silberweifs; nach wenigen Sekunden verlosch sie ohne Explosion (*ib.*).

1844 December 8. 5 Uhr 20 Min. Ab. ward in Paris und an mehreren anderen Orten eine Feuerkugel *unterhalb der Wolken*, die den Himmel bedeckten, von N.W. — S.O. gesehen; der Schweif reichte vom Zenith bis an den Horizont (*l'Inst. No.* 572).

1844 Decbr. 11/12. 12 Uhr 50 Min. Nachts. Sehr helle Feuerkugel in Limoux von N. nach S. (*C. R. t. XX, p.* 320).

1845 Januar 16. 10 Uhr Morg. *bei hellem Sonnenschein* ward bei Cette im Canton Layssac eine grofse von N. nach S. ziehende Feuerkugel gesehen: in der Nähe des Horizontes nahm sie eine birnförmige Gestalt an und theilte sich in kleine Funken (*C. R. t. XX, p.* 890).

1845 Jan. 20. zwischen 5½ und 6 Uhr Morg. Grofse Feuerkugel und muthmafslicher Meteorsteinfall bei Grünberg in Schlesien. Hr. Apotheker Weimann daselbst (ein eifriger Naturforscher, welchem wir auch die interessanten Notizen über den Grünberger Meteorstein von 1841 März 22. verdanken) schreibt hierüber d. d. Jan. 22:

»Am letzten Montage (Jan. 20.) früh zwischen 5½ und 6 Uhr ist von mehreren Landbewohnern, welche zum hiesigen Wochenmarkt unterwegs waren, eine Feuererscheinung am Himmel, die nach Einigen mit einem Knalle begleitet war, beobachtet worden, die auf einen Meteorsteinfall schliefsen läfst. Die augenblickliche, sehr helle Erleuchtung ist von einem Bewohner des Dorfes Sawade (zwischen Grün-

berg und Züllichau) selbst in seiner Stube beobachtet worden. Der feurige Schweif zog von Nordwest nach Osten.«

1845 Jan. 27. 5 Uhr 30 Min. Ab. Feuerkugel zu Hamburg (Schmidt a. a. O. S. 24).

1845 Jan. 31. 12 Uhr 14 Min. Nachts beobachtete Lowe zu Nottingham eine grofse Feuerkugel mit einem Schweife und von röthlicher Farbe zwischen Regulus und Procyon. In derselben Nacht sah er noch mehrere andere grofse Sternschnuppen (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

(1845 Februar 5. Zahlreiche Sternschnuppen).

1845 Febr. 17. 7 Uhr Ab. Feuerkugel zu Paris, von Boutigny beobachtet (*Compt. Rend. t. XX, p.* 522).

1845 März 10. 8 Uhr 54 Min. Feuerkugel zu Hamburg (Schmidt a. a. O. S. 24).

1845 März 29. 11 Uhr 50 Min. Ab. beobachtete Goddart in London ein sonderbares Feuermeteor und berichtet darüber in einem englischen Journal: »Der Himmel war vollkommen klar und die Sterne funkelten. Als ich die Sterne in der Nähe des Arctur bewunderte, wurde meine Aufmerksamkeit plötzlich durch ein schwaches Licht in dem Sternbilde der Jagdhunde abgelenkt, ähnlich einem Nebelflecke von der Gröfse eines Sternes 4. Kl., aber von deutlich gelber Farbe; ich richtete sofort mein Fernrohr darauf, welches zwar kleine, aber sehr deutliche und lichtstarke Bilder giebt. Das Meteor erschien als ein Nebel aus 4 Sternen bestehend, in der Mitte von oranger Farbe. Von *α Can. venat.* aus bewegte sich das Meteor langsam nach dem Haar der Berenice und erlangte immer mehr Glanz; es dauerte 2 Minuten, ehe es verlosch (*l'Inst. No.* 590).

1845 April 24. 9 Uhr 35 Min. Ab. wurde in Greenwich-Park die Nacht, welche sehr dunkel war, plötzlich in Tag verwandelt, und die nahen und entfernten Gegenstände wurden hell, wie vom Tageslicht beleuchtet; es erschien eine prächtige Feuerkugel von blauer Farbe vom Zenith bis 30° nach S.O. von ihm. Sir John Herschel hat sie beobachtet: ihre scheinbare Gröfse war beinahe die der Mondscheibe und von vollkommen runder Gestalt; aber

ihr Glanz übertraf den des Mondes wenigstens 3 Mal. Sie liefs *keinen* Schweif hinter sich; nachdem sie sich 30° in der Richtung von S. nach O. in kaum 3 Sek. fortbewegt hatte, explodirte sie in der Nähe von *φ Leonis major.* und löste sich in kleine Lichtpunkte auf, welche allmälig erloschen. Ihr Lauf ging durch die Sterne 21, 30, 40 und 41 *Leon. min.*, 95, 96, *χ*, 59, *π* und 75 *Leon. maj.* Herschel berechnete ihre Höhe zu 90 miles. (*Lowe's Atmospheric Phen. in Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1845 Mai 1. 8 Uhr 29 Min. Ab. beobachtete Al. Perrey zu Dijon eine Feuerkugel zwischen Regulus und der Krippe langsam nach W.S.W. ziehend; sie verschwand hinter einem Hause. Sie war von blauer Farbe und von einem weifsen Lichtschein umgeben. Aus diesem Lichtschweife sollen schwache Sternschnuppen sich entwickelt und in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegt haben. Die ganze Erscheinung währte 3 bis 4 Sekunden (*C. R. t. XX*, *p.* 1452).

(1845 Mai 11. Zahlreiche Sternschnuppen).

1845 Juni 13. 10½ Uhr Ab. sah man zu Villeneuve St. Georges (Seine et Oise) eine Feuerkugel von N.N.O. nach S.S.W. ziehen mit langsamer Bewegung und von röthlicher Farbe (*ib.* p. 1799).

? 1845 Juni 18. 9 Uhr 30 Min. Ab. empfand die Mannschaft der Brigg Victoria unter 36° 40′ N. Br. und 13° 44′ Oestl. L. (also bei Malta) eine unerträgliche Hitze nebst einem Geruch nach Schwefel. In diesem Augenblicke stiegen 3 leuchtende Körper aus dem Meere auf und blieben 10 Min. lang sichtbar (Times Aug. 18. 1845). Vielleicht elektrische Phänomene, oder »Luftentladung«, wie sie Faraday nennt. —

An *demselben Tage* wurde zu Ainab auf dem Berge Libanon eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang eine Feuerkugel gesehen, welche aus zwei leuchtenden Körpern bestand, von denen jeder scheinbar 5mal gröfser, als der Mond war, beide waren durch Streifen mit einander verbunden: sie blieben *eine* Stunde lang sichtbar, nahmen einen

östlichen Lauf und verschwanden allmälig (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1845 Juni 28. Feuerkugel zu Gooiland (Baumhauer Tabelle).

1845 Juli 16. Feuerkugel in ganz Belgien gesehen (*Bull. de l'Ac. de R. de Brux.* 1845 *p.* 352).

1845 Juli 29. 8 Uhr 16 Min. Ab. beobachtete Powell in N. W. eine kleine, aber helle und sehr niedrige, dahinziehende Feuerkugel (*Rep. of Br. Ass. f.* 1848).

(1845 August 9/10. August-Phänomen).

1845 August 9. 11 Uhr 55 Min. und 12 Uhr 5 Min. 2 sehr helle, grüne Meteore zu Bilk (Schmidt a. a. O. S. 24).

1845 August 10. hat Prof. Powell bei bedecktem Himmel ein Meteor durch die Wolken hindurchschimmern gesehen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1845 Aug. 31. Feuerkugel zu Grenelle (*Compt. Rend. t. XXI, p.* 535).

1845 September 1. wurde zu Fayetteville in Nord-Amerika eine grofse Feuerkugel gesehen (Sill. Journ.).

1845 Septbr. 6. 9 Uhr 42 Min. Ab. sah Schmidt bei einer Fahrt auf dem Rheine eine helle, den Jupiter an Glanz übertreffende Feuerkugel, aber ohne Schweif; ihre Farbe war grün (Schmidt a. a. O. S. 24).

1845 Septbr. 7. 2 Uhr 10 Min. Nachmittags erschien während eines Erdbebens zu Calcutta eine Feuerkugel von bemerkenswerthem Glanze; sie bewegte sich rasch und in gerader Richtung von N. nach S.: ihr Schweif hatte eine beträchtliche Länge. Die Erscheinung dauerte 3 Sek. und war von einem Geräusche begleitet, wie von einer dahinpfeifenden Flintenkugel (*l'Inst. No.* 615).

(1845 October 9. 10. 24. 28. bis 31. October-Phänomen).

1845 Octbr. 24. 12 Uhr Nachts. Rothes Meteor zu Bonn mit einem 7 Meter langen Schweife, welcher wunderbare Krümmungen und Bewegungen zeigte (Schmidt a. a. O. S. 24).

1845 Octbr. 31. Feuerkugel zu Mailand ohne Detonation (*l'Inst. No.* 625).

1845 November 2. 8 Uhr 37 Min. Ab. desgl. (*ib.*).

1845 Novbr. 4. 6. 14. Feuerkugeln zu Bombay (*Rep. of the Brit. Assoc. f.* 1848).

1845 Novbr. 12. 12 Uhr 24 Min. Nachts. Meteor (zu Eutin?) heller, als Jupiter, sehr schön goldfarbig (Schmidt a. a. O. S. 24).

1845 Novbr. 20. Feuerkugel zu Cramaux (Baumh. Tabelle).

1845 December 3. Grofse Feuerkugel von kugelförmiger Gestalt; sie zersprang über der Stadt Mentz in einer Höhe von nur 150' über der Erde und hinterliefs einen sehr dicken schwarzen Rauch (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

(1845 Decbr. 12. 25. Zahlreiche Sternschnuppen).

1846 Januar 16. 6½ Uhr Ab. sahen mehrere Bewohner in Pierre (bei Châlons sur Saône) eine grofse Feuerkugel und bald darauf an dem Orte ihres Verschwindens eine Feuersbrunst (*C. R. t. XXII, p.* 427). In der That scheint dieser Fall einer der wenigen zu seyn, wo eine Feuerkugel ein Gebäude angezündet hat. — Der Besitzer des niedergebrannten Gebäudes (eines Holzschuppens) berichtet hierüber an Arago folgendermafsen; „*Il y avait au plus une demi heure ou trois quart d'heure, que mes domestiques, mes ouvriers et moi, étions rentrés après la journée et le pansement du bétail; nous finissions de souper et étions, moi et un de mes hommes, auprès du feu de la cuisuine, et les autres gens dans la chambre, à côté autour du poêle; une fille qui allait et venait d'une chambre à l'autre pour serrer la vaisselle et les débris du souper, aperçût par la fenêtre donnant de la cuisine sur la cour, une forte lueur, elle m'apella effrayée: je courus et aussitôt que j'eus ouvert la porte de la cour, j'aperçus mon bâtiment d'hébergeage tout en feu. J'appelai mon monde; nous courûmes, mais il nous fut impossible d'entrer et de rien sauver.*“ Das Gebäude war von Stroh; das Wohnhaus blieb unversehrt. Es konnte nicht der geringste Verdacht obwalten, dafs sich der Be-

sitzer selbst das Haus angezündet habe; es ward *keine* Detonation und kein Geruch wahrgenommen. Mehrere Personen in der Umgegend haben aber die Feuerkugel und die ihr folgende Feuersbrunst gesehen. —

1846 Februar 10. 9 Uhr Ab. beobachtete Mr. de Roquette zu Canaman eine helle Feuerkugel (*C. R. t. XXII, p.* 339).

1846 Febr. 11. 10 Uhr 30 Minuten Ab. sah Lowe zu Nottingham eine helle Feuerkugel vom Zenith zwischen Capella und die Plejaden fallen (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1846 Febr. 21. 9 Uhr 6 Min. Ab. erschienen zu Collioure in Frankreich zwei grofse Feuerkugeln, welche nahe bei einander dahinzogen (*C. R. t. XXII, p.* 739).

1846 März 1. 6 Uhr 19 Min. Ab. Feuerkugel zu Toulouse von O. nach W. (ib.).

1846 März 10. 9 Uhr 42 Min. sah Schmidt in Bonn eine sehr grofse und glänzende Sternschnuppe (er nennt sie keine eigentliche Feuerkugel, obwohl sie das durch Lampenlicht und Vollmondschein erleuchtete Zimmer erhellte); sie hatte eine grüne Farbe und sehr langsame Bewegung, aber keinen Schweif (Schmidt a. a. O. S. 28).

1846 März 21. 6 Uhr 45 Min. Ab. wurde in Arriège (Haute-Garonne) eine Feuerkugel von S. nach N. ziehend gesehen. Sie glänzte so hell, als der Vollmond und verschwand ohne Knall bei 7 bis 8° Höhe über dem Horizont. Petit hält auch diese Feuerkugel für einen Satelliten der Erde und hat die kleinste Entfernung desselben von der Erde zu 11458 Meter berechnet; der Durchmesser sey 87 Meter und die mittlere Geschwindigkeit 9942 Meilen (*C. R. t. XXII, p.* 739 u. *t. XXIII, p.* 704).

1846 März 22 gegen 3 Uhr *Nachmittags* zündete eine Feuerkugel in der Form einer Garbe eine Scheuer in der Gemeinde St. Paul bei Bagnères de Luchon an (*l'Institut. No.* 644). Das „*Journal de St. Gaudens*“ sagt über diesen Vorfall: „*Le feu a été communiqué à une grange, dans la journée du* 22. *mars vers trois heures du soir par une gerbe*

lumineuse qui a silloné l'espace avec une grande vitesse et un bruit assez haut et qui est tombé sur le bâtiment. En peu d'instants tout est devenu la proie des flammes; les bestiaux renfermés dans les étables ont été entièrement consumés." Also ein abermaliger Beweis, dafs die Feuerkugeln zünden können. —

(1846 März 22. Zahlreiche Sternschnuppen).

1846 März 31. 8 Uhr Ab. wurde in Myslowitz in Oberschlesien eine helle Feuerkugel gesehen mit silberhellem Lichte, ziemlich schneller Bewegung und einen kleinen Schweif zurücklassend; sie erschien in dem Haar der Berenice und erlosch zwischen Jungfrau und Löwe (Privat notiz).

1846 Mai 29. 11 Uhr 5 Min. beobachtete Lowe zu Nottingham ein helles, geschweiftes Meteor, welches sich von ζ Ophiuchi durch 23 σ und α Ophiuchi, α Herculis bis nahe zu α Lyrae, also *aufwärts,* bewegte (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1846 Juni 3. 8 Uhr Ab. sah Mr. David M'Connell zu Moreton - Bay am Brisbane - Flusse in Süd - Australien unter 27° Südl. Br. und 152° 30' Oestl. L. in seinem Hause einen starken Lichtschein und hörte eine Explosion, ähnlich der einer Kanone in einer stillen, klaren Nacht. Einige Eingeborene haben einen hellen Körper von Ost nach West ziehen gesehen (*ib.*).

1846 Juni 19. noch in der *hellen Abenddämmerung* ist an sehr vielen Orten der Rheinprovinz ein grofses Feuermeteor gesehen worden. Eine Detonation wurde nicht vernommen (Schmidt a. a. O. S. 29).

1846 Juni 20. 8 Uhr 30 Min. Ab. sah man eine Feuerkugel zu Marieux bei Autun (Saône et Loire) von violetter Farbe. Sie blieb eine Minute sichtbar und fiel alsdann perpendiculär zum Horizont herunter, indem 4 bis 5 kleine Feuerkugeln von ihr ausgingen. Endlich zertheilte sich das Meteor in lauter kleine Funken, die sich weithin ausbreiteten (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848 > *Thoms. Introduct. to Meteor. p.* 305).

1846

1846 Juni 21. gegen 9 Uhr Ab. wurde in Montigny sur Sambre und zu Sterrebeeck in Belgien eine bedeutende Feuerkugel gesehen (*l'Inst. No.* 681); ihre Richtung war von N. nach S.: alsdann sich gerade zur Erde senkend löste sie sich ohne wahrnehmbares Geräusch in einen Feuerregen auf (*Bull. de l'Ac. de Brux. t. XIII*, 2. *p.* 110).

1846 Juli 23. 9½ Uhr Ab. sah Petit in Toulouse eine grofse Feuerkugel; sie wurde in ganz Süd-Frankreich wahrgenommen (*Compt. Rend. t. XXV, p.* 260). Er hält sie ebenfalls für einen Satelliten der Erde.

(1846 Juli 25. bis 30. besonders Juli 29. (während des grofsen Rheinischen Erdbebens): Zahlreiche Sternschnuppen). —

1846 Juli 31. gegen 9 Uhr Ab. Feuerkugel zu Altona und an mehreren anderen Orten (Malt. N. Weltk. 1847 Heft 4).

1846 August 1. 9½ Uhr Ab. wurde in Bamberg eine vor dem Mond vorüberziehende *dunkele* Kugel von dem halben Durchmesser des Mondes gesehen (Oder-Zeitung 1846 Aug. 14). Wahrscheinlich war der Glanz des Mondes stärker, als der der Kugel, und verdunkelte so die an und für sich vielleicht helle Kugel. —

An *demselben Abend* um 10 Uhr ward zu Grofs-Kretzenburg a. M, ein horizontal von West nach Ost gehender feuriger *Stab* (*trabs ardens* der alten Chronikenschreiber) eine Minute lang am nördlichen Himmel gesehen (*ib.*).

(1846 Aug. 9. bis 14. August-Phänomen).

1846 Aug. 10. 10 Uhr 36 Min. und 11 Uhr 36 Min. sah Schmidt in Bonn zwei ausgezeichnet helle Meteore; das letztere war röthlich, entstand am Kopfe des Drachen und erlosch nahe bei α Aurigae, nachdem ihr Licht in blendendem Grün den Glanz von Jupiter erreicht hatte; sie blieb 8 Sek. sichtbar (Schmidt a. a. O. S. 29).

1846 Aug. 17. 7½ Uhr Ab. zog eine Feuerkugel zu Dijon von N. W. nach S.O. und öffnete sich beim Verschwinden, wie eine Glocke; sie hinterliefs einen röthlichen Schweif (*l'Inst. No.* 661).

1846 Aug. 24. 10½ Uhr Ab. nahm Moreau zu St. Aprié eine lebhafte und plötzliche Lichterscheinung wahr. Bei völlig heiterem Himmel löste sich eine Lichtkugel von den anderen Sternen ab und so nach und nach, rechts und links, hunderte von Lichtpunkten: über den fünften Theil des Himmels bildete sich ein breiter, silberweifser Lichtstreifen. Die Erscheinung verlor sich allmälig nach 3 bis 4 Minuten (*Compt. Rend. t. XXIII, p.* 549).

1846 Aug. 25. 9 Uhr 17 Min. Abends beobachtete Mr. Lowe zu Nottingham im Sternbilde des grofsen Löwen eine rasch dahinschiefsende Feuerkugel, welche die Gröfse des Jupiter 4mal übertraf: der Schweif blieb noch länger sichtbar (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1846 Aug. 26. 10 Uhr Ab. beobachtete derselbe eine Feuerkugel von *η urs. maj.* bis 5° unterhalb des *cor Caroli* (*ib.*).

1846 September 13. 10 Uhr 47 Min. Abends beobachtete Forster zu Paris eine kleine Feuerkugel von *β Cygni* bis *α Lyrae* (*Compt. Rend. t. XXIII, p.* 550).

1846 Septbr. 15. 10 Uhr Ab. wurde zu Wrenbury in Cheshire eine Feuerkugel mit einem langen Schweife gesehen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

(1846 Septbr. Mitte u. 25. Zahlreiche Sternschnuppen).

1846 Septbr. 25. 9 Uhr 45 Min. Ab. wurde an mehreren Orten Englands, namentlich zu Cambridge und London eine sehr helle Feuerkugel beobachtet. Ein Berichterstatter aus Cambridge (Rev. J. Ventnis) theilt über diese Feuererscheinung Folgendes mit:

»Gegen 9 Uhr 45 Min. Ab. beobachtete ich den nördlichen Himmel, als meine Augen von einem lebhaften Lichte in der Luft geblendet wurden, als wenn der ganze Himmel in Feuer stünde. Dieser Lichtschein war blafsblau; kein Geräusch liefs sich hören; ein länglicher Körper von weifslich blauer Farbe erschien 45° hoch über dem Horizonte nach Norden zu. Der Lichtschweif hinter diesem Körper war 6 bis 8 Sek. sichtbar; aber meine Aufmerksamkeit richtete sich hauptsächlich auf den Punkt, wo das Licht

aufleuchtete, nahe beim Zenith: ein blasser Schein wand sich im Zickzack um diesen Punkt herum, und in einigen Sekunden nahm das Meteor nach und nach die Gestalt einer Art von *Krone* an, von gewöhnlich feuerrother Farbe und sehr genau in der Mitte der zickzackförmigen Linie; diese wurde allmälig immer schwächer und bildete sich zu einem Kreisbogen aus. Ebenso successiv verwandelte sich der Lichtschimmer zu einem continuirlich verschwommenen, nur wenig gekrümmten Streifen, welcher so dicht wurde, dafs er die Sterne hinter sich verbarg. Am Anfang und Ende der Erscheinung hatte diese grofse Aehnlichkeit mit der Milchstrafse; die Dauer des ganzen Phänomenes betrug wenigstens 10 Minuten.« Diese Einzelnheiten sind gewifs merkwürdig und vielleicht ohne ein Analogon; deshalb führte ich sie hier *in extenso* an. Uebrigens stimmt jener Bericht mit dem von London und von anderen Orten überein. So wird aus London an Lowe geschrieben: »In der Nacht vom Septbr. 25. gegen 10 Uhr Ab. bemerkte man ein prachtvolles Meteor in London, welches mit grofser Geschwindigkeit in nordwestlicher Richtung vorüberflog. Das Licht war so stark, dafs während 30 Sek. die dunkele Nacht völlig erleuchtet war: es hatte eine bläuliche Farbe. Das Meteor hatte bei dem Beginne seines Erscheinens die Gestalt einer Feuerkugel: von einem Punkte etwas südlich vom Zenith bewegte es sich nach N. zu und verschwand einige Grade jenseits des Polarsternes: dort schien sich der zurückbleibende Schweif in zwei Fackeln zu theilen, von denen die kürzere, dem Kerne des Meteors nähere, zuerst nach diesem verschwand; die andere, welche mehr als 20° lang war, erhielt ihren Glanz 20 Sek. hindurch. Ein eigenthümliches Phänomen wurde alsdann beobachtet: der Lichtschweif, welcher allmälig von einem glänzenden, phosphorescirenden Weifs bis zu einem dunkleren Roth variirte, nahm plötzlich eine schlängelnde Bewegung an und änderte sich zu einer halbkreisförmigen Gestalt; hernach wurde er merklich schwächer, bis er nach einer Zeit von 5 Min. vollständig verschwand. Der Himmel war

vollkommen rein: mehrere kleine Sternschnuppen erschienen während der Dauer des ganzen Phänomenes.« (*l'Inst. No.* 669). Weitere Nachrichten über diese merkwürdige Erscheinung s. *Philos. Magaz.* 3. *S. Vol.* 30, *p.* 4, *Vol.* 31, *p.* 368 und *Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848. Challis hat die Höhe dieses Meteores zu 91 miles berechnet. Es ist in England in den Grafschaften Wiltshire, Warwickshire Kent und Oxford gesehen worden.

1846 October 4. Feuerkugeln bei einem unterseeischen vulkanischen Ausbruche in Sicilien (Malt. N. Weltk. 1847 Heft 4).

1846 Octbr. 9. wurde nebst vielen Sternschnuppen zu Paris 9 Uhr 15 Min. Ab. am südlichen Himmel eine Feuerkugel beobachtet; sie hatte die Gröfse des Mondes und bewegte sich langsam fort. Auch zeigte sie ein abwechselndes Verschwinden und Wiederaufleuchten und zerplatzte langsam mit einem Anscheine von Explosion (*C. R. t. XXIII. p.* 718. 814. 834).

An *demselben Abende* wurden in Frankreich viele grofse Sternschnuppen und Feuerkugeln gesehen (*ib.*).

1846 Octbr. 10. 8 Uhr Ab. Feuerkugel zu Ferty-sous-Jouarre (*ib.*).

1846 Octbr. 13. 10 Uhr 25 Min. Feuerkugel mit Schweif bei Prausnitz (Privatnotiz).

(1846 Octbr. 16. 17. 26. Zahlreiche Sternschnuppen).

1846 Octbr. 17. 6 Uhr 20 Min. beobachtete Hermann v. Meyer zu Frankfurt a. M. im N.W. ein Feuermeteor, welches nach S.O. schwach bogenförmig, fast horizontal dahinzog. Es zeigte eine merkwürdige Figur, welche fast einer Eichel glich (Pogg. Ann. Bd. 70, S. 165). Dieselbe Feuerkugel ist auch in Darmstadt und Coblenz gesehen worden (Malt. N. Weltk. 1847 Heft 4).

Wahrscheinlich ist es auch dieselbe gewesen, welche Perrey zu Dijon 6 Uhr 15 Min. beobachtet hat; sie zog ebenfalls von West nach Ost; die Dauer ihrer Sichtbarkeit betrug 4 bis 8 Sek. (*C. R. t. XXIII. p.* 985).

An *demselben Abende* wurde auch in Ramsgate, London

und Wales ein glänzendes Meteor gesehen (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1846 Octbr. 24. $6\frac{3}{4}$ Uhr Ab. wurde an verschiedenen Orten Schlesiens, namentlich in Breslau, Festenberg, Neisse, Neurode eine grofse Feuerkugel gesehen. Vom Deneb im Schwan zog sie in ziemlich langsamem Laufe durch den Drachenkopf bis zu Benetnasch im grofsen Bär. Alle Berichterstatter erzählen übereinstimmend, dafs die Feuerkugel sich in einer kleinen dunkeln Wolke gebildet, und dafs sie sich bei ihrem Erlöschen in eine Menge kleiner Lichtfunken aufgelöst habe. Eine Explosion ist nirgends gehört worden: die Erscheinung dauerte nach den verschiedenen Angaben 1 bis 3 Minuten (Privatnotiz).

1846 im October. Feuerkugel und Meteorsteinfall zu Concord (s. Verz. v. Meteorst.).

(1846 November 8 bis 15. November-Phänomen.)

1846 Novbr. 9. 7 Uhr 30 Min. Ab. wurde zu Dijon eine sehr grofse Sternschnuppe und eine Feuerkugel gesehen, die sich 60 bis 70° hoch von West nach Ost bewegte: sie liefs einen langen Schweif hinter sich zurück, der über den vierten Theil des Himmels reichte und 2 Min. lang sichtbar blieb. Vor ihrem Erlöschen schleuderte sie eine Funkengarbe aus, die den ganzen Himmel erleuchtete (*Compt. Rend. t. XXIII, p.* 986).

1846 Novbr. 11. 9 Uhr Ab. erschien zu Lowell in England (?) (Powell giebt an in *Nordamerika*?) am westlichen Himmel eine Feuerkugel von dem scheinbaren Durchmesser der Sonne; nach einer Dauer von 5 Min. fiel sie zur Erde herab (s. Verz. d. Meteoriten) (*l'Inst. No.* 679).

1846 Novbr. 15. 7 Uhr 47 Min. Grofses Meteor zu Hamburg (Schmidt a. a. O. S. 30).

1846 Novbr. 18. 3 Uhr 40 Min. Morgens sah Professor Purkinje (damals) zu Breslau in seinem Zimmer einen hellen Schein und erblickte darauf noch 10 Sek. lang eine helle Wolke, die zickzackförmig aus 3 Abtheilungen zu bestehen schien und vom Haar der Berenice langsam sich fortbewegte bis zum Schwanz des grofsen Bären. Mehrere

Nachtwächter hatten diese Erscheinung auch gesehen und nannten sie eine feurige Schlange. Dasselbe Phänomen ist auch in Steinkunzendorf in der Eule, in Rosenberg und Beuthen in Oberschlesien zu derselben Zeit gesehen worden (Bresl. u. Oder-Zeitg. Novbr. 22. 26. 29).

1846 Novbr. 19. Grofse Feuerkugel zu Dijon (*Compt. Rend. t. XXIII. p.* 986).

1846 Novbr. 22. 1 Uhr 24 Min. Morg. sah O. Schomburgk in Berlin eine Feuerkugel mit Schweif, welcher 19½ Sek. sichtbar blieb. (Privatnotiz).

1846 Novbr. 23. 5 Uhr Abends Feuerkugel in Berlin (Bresl. Zeitg. 1846 Novbr. 26.)

1846 Novbr. 28. Feuerkugel zu Bonn während einer Perturbation (Schmidt a. a. O. S. 30).

1846 December 1. 7 Uhr 45 Min. Ab. wurde zwischen Grottkau und Wansen eine Feuerkugel gesehen, welche von 65° Höhe senkrecht nach N.W. zu herabfiel. Nach 10 Min. folgte eine ähnliche Erscheinung (Bresl. Ztg. 1846 Decbr. 11.)

1846 Decbr. 7. 9 Uhr Ab. ist eine bedeutende Feuerkugel in der Umgegend von Orgelot im Jura beobachtet worden (*l'Inst. No.* 681).

An *demselben Abende*: Feuerkugel zu Bombay mit einem Schweife, welcher noch einige Sekunden sichtbar blieb (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1851).

(1846 Decbr. 9. 10. 21. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1846 Decbr. 21. ●Bedeutende Feuerkugel zu Parma (*Bull. de l'Ac. R. de Brux.* 1847, *II. p.* 43).

1847 Januar 6. gegen 5 Uhr Ab. ward zu Gumbinnen eine Feuerkugel südwärts vom Zenith gesehen; sie zog von Ost nach West, hinterliefs einen Lichtstreifen, welcher erst nach und nach verglimmte, und verschwand ohne Geräusch (Oder-Zeitg 1847 Jan. 14).

1847 Jan. 10. gegen 5 Uhr Abends sah man 3 Meilen westlich vom Zobten eine Feuerkugel von der Gröfse des Jupiter; sie erschien 45 bis 50° hoch im Meridiane, bewegte sich nach Südost und erlosch 20 bis 25° hoch in

zwei Stücke zerspringend: das eine fiel gegen den Horizont, das andere, keilförmige blieb stehen und verlosch erst allmälig nach 7 Minuten (Bresl. Zeitg. 1847, Jan. 14.) Dieselbe Feuerkugel ist auch in Wien gesehen worden (Bonn. Wochenbl. 1847, Jan. 20).

1847 Februar 11. Feuerkugel zu Versailles (*Compt. Rend. t. XXIV, p.* 307).

1847 Febr. 21. zwischen 3 und 4 Uhr Morgens haben mehrere Studirende aus Bonn auf dem Wege nach Altenahr ein bedeutendes Meteor gesehen (Schmidt a. a. O. S. 36).

1847 März 28. sah Schmidt eine Feuerkugel von merklichem Durchmesser; sie blieb, theilweise durch Wolken verdeckt, 3 bis 4 Sekunden sichtbar und war stark geschweifst (*ib.* p. 35).

(1847 März 11. 12. 18. 24. 25. 27: Zahlreiche Sternschnuppen.)

1847 April 11. Feuerkugel zu Algier (Köln. Zeitung 1847 April 25).

(1847 April 19. 20. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1847 Mai 9. 10 Uhr 42 Min. sah Schmidt in Bonn durch die Bäume hindurch eine schöne, weifsgelbe Feuerkugel, Venus an Glanz übertreffend (Schmidt a. a. O. S. 35).

1847 Mai 10. 9 Uhr 42 Min. Ab. sah derselbe eine prachtvolle rothgelbe Feuerkugel (*ib.*).

1847 Mai 26. 10 Uhr 25 Min. bemerkte Rev. J. Slatter zu Rosehill bei Oxford, ein helles, bläulich-weifses Meteor, welches 12 bis 15° hoch von S.O. nach N.O. sich bewegte (*Rep. of. Br. Ass. f.* 1849).

(1847 Mai 31. Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1847 Juni 17. 21. 22. desgl.).

1847 Juni 29. 9 Uhr 48 Min. Ab. beobachtete Colla in Parma 52° hoch in S.W. einen gelblichen Lichtschimmer am Himmel, sodann senkte sich unterhalb der Wolken in der Richtung des Meridianes eine Feuerkugel herab und verschwand ohne Geräusch (*Bull. de l'Ac. R. de Brux.* 1847, *p.* 268).

1847 Juli 14. $3\frac{3}{4}$ Uhr Morg. fand die Lichterscheinung statt, welche dem in der neuern Geschichte der Meteormassen so wichtigen Niederfalle des Braunauer Meteoreisens vorherging. Der Umstand, dafs in den von dem Fundorte (Braunau in Böhmen) entfernteren Orten die ganze Erscheinung *nur* als Feuerkugel gesehen worden ist, beweist abermals die innige Verwandtschaft beider Phänomene und gestattet uns vielleicht nicht mehr, sie *so* zu trennen, wie es noch manche Autoritäten in dieser Hinsicht wollen. —

Ich erlaube mir deshalb hier aus den 17 mir vorliegenden und noch nicht publicirten Berichten über diese Feuererscheinung aus verschiedenen Orten Schlesiens einige besonders charakteristische hervorzuheben und hier mitzutheilen. — Die höchst gediegene und lichtvolle Beschreibung dieses grofsartigen Phänomenes, wie es sich an Ort und Stelle des Niederfallens dieser gediegenen Eisenmasse gezeigt hat, welche Hr. Dr. Beinert, Apotheker zu Charlottenbrunn in Schlesien, zunächst in den Breslauer Zeitungen 1847 No. 176, sodann in den »Berichten der schles. Ges. etc. f. 1847 S. 37 und endlich in seiner Schrift: »Der Meteorit von Braunau« (Breslau 1847) gegeben hat, werde ich bei der Notiz über die Braunauer Masse noch näher erwähnen (s. Verz. v. Meteorst.). Hier will ich nur diese Erscheinung als Feuerkugel berücksichtigen. — Hr. Oekonom Heermann aus Reyersdorf bei Landeck (Grafsch. Glatz) schreibt hierüber Folgendes:

»Der Himmel war völlig wolkenfrei: ebenso konnte man auch das leiseste Lüftchen nicht verspüren, als meine Augen auf ein Mal ($3\frac{1}{2}$ Uhr) durch ein dem Blitz ganz ähnliches Licht geblendet wurden; augenblicklich in die Höhe sehend, bemerkte ich eine feurige Kugel, deren Lichtstrahlen so stark waren (trotzdem doch der Tag schon völlig angebrochen war), wie ein im Sauerstoffgas verbrennendes Stück Phosphor. Die Kugel nahm, wie ich mich später durch die Boussole überzeugte, genau den Weg von N. nach S. Sie bezeichnete ihren Lauf durch

einen langen Streifen ganz gleichförmig gehaltenen Rauches ungefähr von folgender Gestalt: ∿∿∿∿. Nun möchte ich sogar behaupten, dafs auch die Kugel in ihrem Falle eine solche schwingende Bewegung machte: das Licht verschwand plötzlich und die Kugel war zerstoben; aber augenblicklich darauf hörte ich einen starken Donner, doch nicht, wie der Schlag bei einem Gewitter, sondern gerade, *als wenn ein Wagen mit leeren Tonnen über Steinpflaster dahinfährt.*«

Hr. Buchhalter Ed. Reimann aus Breslau hat diese Feuerkugel zwischen Hohenfriedeberg und Freiburg gesehen und berichtet darüber: »Am 14. Juli früh 3½ Uhr wurde von mir und noch 4 anderen Personen auf dem Wege von Hohenfriedeberg nach Freiburg eine grofsartige Lichterscheinung nach W.S.W. wahrgenommen: es schofs nämlich plötzlich in der Richtung von N. nach S. ein Feuerball, wie eine Sternschnuppe am heiteren Himmel dahin. Die Färbung dieser Masse war erst feuerroth; sodann löste sie sich in einen sehr langen, hellen, schlangenartigen Schweif auf, der die Richtung von N.W. nach S. einhielt. — Wir Passagiere, von dieser seltsamen Erscheinung überrascht, sprangen sofort aus dem Wagen, um das Meteor besser beobachten zu können. Wir hörten nun ganz deutlich aus jenem hellen Streifen am klaren Himmel ein dumpfes, donnerartiges Geräusch, ebenso, als wenn ein Wagen schnell über eine hölzerne Brücke fährt. Der Streifen behielt wohl eine Viertelstunde lang seine Gestalt und Färbung: dann löste er sich allmälig in ein mattes, aber immer noch streifenartiges Federgewölk auf.« —

Mit diesem Berichte genau übereinstimmend lauten die anderen aus der Grafschaft Glatz und der Reichenbacher und Waldenburger Gegend. — Der Umstand, dafs das Phänomen zu so früher Morgenstunde sich ereignete, ist vielleicht Ursache, dafs wir aus weiter entlegenen Gegenden Schlesiens, wo es weniger grofsartig sich zeigte, keine Nachrichten besitzen. Ich hebe daher noch folgende aus Rosenbach bei Gnadenfrey hervor, weil sie die Erscheinung

den Umständen nach hinreichend beschreibt. Hr. Gutsbesitzer Ehrenberg schreibt von dort: »Bei heiterem Himmel zeigte sich eine feurige Kugel (nach 3 Uhr Morgens) in der Gröfse eines Menschenkopfes am Himmel, ungefähr in der Gegend, wo Nachmittag gegen halb 5 Uhr die Sonne steht, beinahe eben so hell, als die Sonne; sie stand eine Minute am Himmel und senkte sich dann ziemlich schnell in zickzackförmiger Bewegung, ähnlich dem Blitze, nach Süden, blieb jedoch ein Stück über dem Horizonte stehen und verschwand nach 2 bis 3 Min. auf ein Mal: der Pfad am Himmel, wo sie erschienen war, blieb, wie ein Blitz, röthlich weifs 6 Min. sichtbar und wurde dann zu flackrigem Gewölke. Anfänglich blieben die Wolken dicht beisammen und bildeten eine zickzackförmige Säule, in der ein dumpfer Donner sich vernehmbar machte. Da die Sonne in jener Höhe das Gewölk schon erleuchtete, gewann das Ganze ein magisches Ansehen: das, was anfänglich nach der Verwandlung des blitzähnlichen Zickzackes grau, wie Rauch war, bekam jetzt Gold- und Silberfärbung. Der Himmel war gegen die Abend- und Mittagseite ganz wolkenleer: nur da, wo die Feuerkugel verschwand, zeigte sich ein kleiner schmaler Wolkenstreifen.« Die nähere Beschreibung des Falles und der Masse dieses »*Himmelsmetalles*«, wie sie Hr. Prof. Poggendorff so treffend genannt hat, s. Verz. v. Meteorst. —

(1847 Juli 22—25. Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1847 August 9—13. 16. 17. August-Phänomen.)

1847 Aug. 9. 10 Uhr 25 Min. Ab. beobachtete Quetelet in Brüssel bei Gelegenheit der Sternschnuppenbeobachtungen eine grofse Feuerkugel; ihr Lauf war sehr langsam und ihre Sichtbarkeit dauerte wenigstens 5 Sekunden; sie ging von Pegasus aus und verlosch im Ophiuchus. Der Körper derselben, anstatt einen bestimmten Kern zu zeigen, wie die meisten anderen, glich einer schwach erleuchteten Rauchwolke. Am Ende des Aufleuchtens schien diese Wolke durch ein Uebermaafs von Ausdehnung sich aufzulösen. Man schätzte den scheinbaren Durchmesser dieses Meteors auf $\frac{1}{2}°$ (*Ac. de Brux.* 1847 Oct. 9). —

1847 Aug. 11. 12 Uhr 42 Min. Nachts. Helle goldfarbige Sternschnuppe zu Bonn: der intensive Schweif leuchtete 7 Sek. (Schmidt a. a. O. S. 35).

1847 Aug. 14. wurde in Bonn noch in heller Abenddämmerung ein Feuermeteor gesehen; ebenso an anderen Orten (Köln. Zeitg. 1847 Aug. 16. 17 18).

1847 Aug. 17. 8 Uhr 30 Min. Ab. erschien in Frankreich eine bedeutende Feuerkugel zwischen dem Adler und der Cassiopea; ihr Lauf ging von N. nach S.; 10 bis 12° legte sie in 8 Sek. zurück (*C. R. t. XXV, p.* 508 u. 765).

Powell führt diese Feuerkugel unter dem Datum des 7. August an, aber irrig (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1847 Aug. 19. 9 Uhr 30 Min. Ab. ward in einem grofsen Theile des nördlichen Frankreichs eine hell leuchtende Feuerkugel gesehen. — Nach einem Berichte von Herrn Guibourt am Le Verrier schien sie von einem Punkte nahe bei *α* Serpentis auszugehen und näherte sich in geradem Laufe dem kleinen Bären und verlosch mitten in dem sternleeren Raume über *ε* und *ξ urs. min.;* ihre Bewegung war langsam und regelmäfsig: die Dauer der Erscheinung betrug 6 und 7 Sek. Von der Schlange bis zum Drachen zog sie einen röthlichen Feuerstreifen nach sich; bei der Annäherung an den kleinen Bären wurde das Licht schwächer, weniger zusammenhängend und weifs, gegen das Ende der Erscheinung *verdoppelte sich der Kopf der Feuerkugel* und theilte sich alsdann in zwei glänzende weifse Sterne, die nach und nach verschwanden (*Compt. Rend. t. XXV, p.* 367). Ein anderer Berichterstatter (Nell de Bréauté) giebt an (*Compt. Rend. t.* XXV, *p.* 316), dafs er (freilich von einem anderen Standpunkte aus) diese Feuerkugel in der Nähe des Delphin habe aufleuchten gesehen; sie habe sich alsdann in zwei Sterne von der Gröfse des Jupiter und der Farbe des Mars getheilt, die sich einander folgten, und langsam nach O.N.O. herabstiegen; einen nachbleibenden Lichtschimmer hat er nicht bemerkt. Diese beiden Sterne verschwanden in der Nacht von *α Pegasi* und *δ Andromedae* an einem Punkte, dessen *AR* geschätzt wurde auf 4° und dessen Decl. auf + 31°. Die Dauer des ganzen

Phänomenes betrug 3 Sek. — In Paris ist diese Feuerkugel von Hrn. Doyère in der Nähe des grofsen Bären gesehen. — Aus diesen und anderen Beobachtungen folgerte nun Hr. Petit, dafs die Feuerkugel an der Holländischen Küste hätte niederfallen müssen, an einem Orte, dessen N. Br. 52° 40′ und Oestl. L. 4° 2′ sey, dafs sie im Momente des Zerplatzens eine Höhe von 53800 Meter eingenommen und sich mit einer relativen Geschwindigkeit von 28266 Meter und mit einer absoluten von 54881 Meter fortbewegt habe (*Compt. Rend. t. XXV, p.* 461).

(1847 Aug. 23. 24. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1847 Aug. 26. gegen 9 Uhr Ab. fiel zu Bonn aus dem unteren Rande einer mäfsig begränzten schweren Regenwolke eine rothe Feuerkugel herab: an einen Blitz war nicht zu denken (Schmidt a. a. O. S. 37).

1847 September 7. $6\frac{1}{2}$ Uhr Ab. erschien eine grofse Feuerkugel zu Paona in Indien; sie fiel von N. nach S.; sie machte eine plötzliche Krümmung und schlug eine gegen die frühere, rechtwinkelige Bahn ein; sie blieb 5 bis 6 Sek. sichtbar und zerstob dann in eine Anzahl von gröfseren Fragmenten, welche sich rasch zur Erde bewegten, und diese wieder in kleinere, bis sie unter einem wahren Funkenregen sich herabsenkte. Vor der Explosion war die Feuerkugel sehr hell und von intensiv blauer Farbe: nach derselben wurde sie roth (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849 < Bombay Times 1847 Novbr. 1).

(1847 October 10. 12. 25. October-Phänomen).

1847 Octbr. 10. 8 Uhr 18 Min. Grünes schweifloses Meteor zu Bonn (Schmidt a. a. O. S. 36).

1847 Octbr. 10/11 1 Uhr 53 Min. Nachts beobachtete Forster in Brügge eine gelbliche Feuerkugel, $2\frac{1}{2}$° S.S.W. vom Mars nach dem Horizonte zu gen O.N.O. sich bewegend; sie hinterliefs einen langen Schweif; 1 Min. 40 Sek. darauf erschien eine zweite Feuerkugel in derselben Richtung nahe am Horizonte, aber von blauer Farbe (*Journ. de Bruges* Octbr. 11).

1847 Octbr. 17. 6 Uhr 5 Min. Ab. Feuerkugel zu Wren-

bury in England von S.W. nach N.O. (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1847 Octbr. 18. erblickte Laisné in Paris $10\frac{1}{2}$ Uhr Ab. ein sonderbares Lichtmeteor: der Kopf desselben hatte 4 bis 5 Min. Durchmesser, zeigte ein flackerndes Licht und hatte hinter sich einen langen Lichtschweif. Die Richtung war von α Ceti bis nach Saturn. Die Dauer betrug 2 bis 3 Sek. (*Compt. Rend. t. XXV, p.* 629. 639).

1847 Octbr. 24. Sehr helle Feuerkugel während eines Nordlichtes zu Darlington bei Durham (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1847 Octbr. 29. 6 Uhr 18 Min. Rothe Feuerkugel zu Bonn (Schmidt a. a. O. S. 36).

1847 Octbr. 30. 7 Uhr Ab. ward zu Bombay eine grofse Feuerkugel gesehen; sie bewegte sich horizontal von Ost nach West; plötzlich änderte sie aber ihren Lauf und senkte sich senkrecht in das Meer herab. Ihr Licht war so blendend, dafs man Alles trotz des dunkelen Abends deutlich erkennen konnte. Sie schien noch 3 bis 400 Fufs über dem Meere völlig zu erlöschen. Sie hinterliefs einen langen Schweif, welcher noch eine halbe Minute nach ihr sichtbar blieb (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1849).

1847 November 7. 6 Uhr 10 Min. Morg. ward in dem Dorfe Mahlen bei Trebnitz in Schlesien eine sehr langsam dahinziehende Feuerkugel gesehen (Privatnotiz).

1847 Novbr. 8. 6 Uhr 42 Min. Ab. Glanzvoll grünes, aber schweifloses Meteor zu Bonn (Schmidt a. a. O. S. 36).

(1847 Novbr. 12 13. November-Phänomen.)

1847 Novbr. 17. 9 Uhr 3 Min. Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine grofse Feuerkugel von der Leier bis zum Adler (*Rep. of the Br. f.* 1848).

1847 Novbr. 19. 7 Uhr 51 Min. Abends beobachtete Laugier in Paris eine hellglänzende Feuerkugel; sie ging von einem im W. des Jupiter gelegenen Punkte aus 6° unter Mars vorbei, und verlosch nach $4\frac{1}{2}$ Sek. unterhalb des Mondes (*C. R. t. XXV, p.* 733).

1847 Novbr. 20. $4\frac{1}{2}$ Uhr Morgens erblickte Symonds in England eine grofse Feuerkugel, welche sich langsam von dem Zenith nach Westen bewegte: bei 45° Höhe blieb sie still stehen und zwar 7 Min. lang; hernach senkte sie sich bis zu 20° Höhe und wurde dort wiederum 7 Min. stationär; später verschwand sie hinter Bäumen (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1847 Novbr. 23. 12 Uhr Nachts ist zu Birkenhead in England eine grofse Feuerkugel gesehen worden (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

1847 Novbr. 26. 7 Uhr Ab. hat Hr. Apotheker Oswald zu Oels eine explodirende Feuerkugel gesehen; dieselbe ist zu Lähn, Erdmannsdorf und an mehreren anderen Orten bemerkt worden (Schles. Zeitg. No. 280).

1847 Novbr. 29. 8 Uhr Ab. sah Schmidt in Bonn ein Meteor der seltensten Art. Ein grünes Licht durchlief einen Bogen von 90° in einer Zeit von 8 Sekunden, so dafs er der Bewegung desselben von Stern zu Stern folgen konnte. Den gröfsten Glanz entwickelte es nach der vierten Sekunde der Sichtbarkeit. Es verschwand in der Lyra matt und nebelartig (Schmidt a. a. O. S. 36).

(1847 Decembr 8 bis 12. Zahlreiche Sternschnuppen).

1847 Decbr. 8. 11 Uhr Ab. ward in Brüssel eine Feuerkugel von röthlichem und bläulichen Lichte gesehen; sie zog sehr rasch in der Richtung von N.O. nach S.W. vorbei und war von einem Schweife begleitet: die Bahn ging von *ϑ can. maj.* bis *ϰ.* Orion. Diese Feuerkugel ist wahrscheinlich identisch mit der Sternschnuppe No. 126 (Heis) von 11 Uhr 11 Min. (Aach. Ztg.), deren Positionen waren: *AR* 86 bis 40° u. Decl. +6 bis —2° (*l'Inst. No.* 746).

1847 Decbr. 12. 7 Uhr 50 Min. Ab. sah Mr. Lowe zu Nottingham eine Feuerkugel dreimal so grofs als Jupiter, mit einem blauen Schweife; sie ging von *β* Tauri aus (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1847 Decbr. 13. 8 Uhr Ab. sah G. v. Boguslawski in Breslau gegen S. eine schlangenförmig rasch dahinschiefsende Feuerkugel einige Grade westlich von Orion. —

Es folgte ihr ein 4° langer Schweif, welcher 6 bis 7 Sek. sichtbar blieb und eine gekrümmte Gestalt annahm. —

1848 Jan. 2. 7 Uhr 36 Min. Ab. beobachtete Schmidt zu Bonn eine Feuerkugel gröfser als Jupiter und von goldgelber Farbe (Schmidt a. a. O. S. 44).

(1839 Jan. 2. bis 4. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1848 Jan. 11. 10 Uhr 15 Min. Ab. Feuerkugel zu Parma (*l'Inst. No.* 818).

1848 Jan. 12/13. 12 Uhr Nachts. Feuerkugel zu Parma nach N. zu (*Bull. de l'Ac. R. de Bruxelles* 1850 *p.* 250).

1848 Jan. 19. 6¾ Uhr Morg. ist zu Hirschberg und Sagan eine Feuerkugel gesehen worden (Schles. Ztg. 1848 No. 17).

1848 Jan. 20. 5 Uhr Ab. beobachtete Edw. Hurtington im Staate New-York eine grofse und hellglänzende Feuerkugel, welche eine geraume Zeit lang sichtbar blieb: sie erschien am westlichen Himmel etwa 35° über dem Horizont und bewegte sich nach Norden zu, bis ungefähr N. 25° W., wo sie niederzufallen schien; sie hinterliefs einen grofsen Schweif, von dem der gröfste Theil erlöschte, aber ein Theil 12 bis 13 Min. sichtbar blieb (*Sillim. Americ. Journ.* 2 *S. Vol. V. p.* 437).

1848 Jan. 21. 6½ Uhr Ab. (? 7½ Uhr Ab.) Grofse Feuerkugel zu Aachen und Parma (*l'Inst. No.* 798). — Von dieser Feuerkugel giebt Schmidt (a. a. O. S. 44) eine ausführliche Beschreibung nach seiner eigenen Beobachtung: sie ist, wie er sagt, von allen, die er seither gesehen, die glänzendste und gröfste, indem sie bei 10° Höhe einen Durchmesser von wenigstens 30 Minuten (also Vollmondsgröfse) zeigte; sie erschien zuerst bei 60° Höhe, sich dem Kopfe des Pegasus zuwendend, nahm während der Dauer ihrer Sichtbarkeit (4 Sek.) an Glanz zu, und zeigte das intensivste Smaragdgrün; ein unscheinbarer grauer und kurzer Schweif lagerte sich zu beiden Seiten des Hauptkörpers an, »wie zurückwehendes Haar.« Das Meteor glich einem langgedehnten fallenden Tropfen geschmolzenen Metalles; es verschwand 7 Uhr 25 Min. 54 Sek. m. Bonn. Zeit, in

der Nähe des südwestlichen Horizontes hinter lichte, vom Monde erhellte Schneewolken. —

1848 Jan. 26. 9 Uhr 54 Min. Ab. sah Schmidt in Bonn ein ganz schweifloses, grünes Meteor, heller als Jupiter; es verschwand im Meridiane von *α* Columbae sehr südlich am Horizonte (*ib.* p. 45).

1848 Jan. 27. 3 Uhr Nachmittags sahen zwei Beobachter zu Buckingham und 1 Meile davon bei Tageslicht und heiterem Himmel eine helle Feuerkugel; sie zog von S.W. nach N.O. zwischen 60 und 30° Höhe. Sie hatte einen doppelten Kopf und war von silberweifser Farbe. Der nachfolgende Schweif löste sich in einzelne Theile auf: die ganze Erscheinung war 3 Sek. lang sichtbar (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

1848 Februar 2. 9 Uhr Ab. beobachtete Thomson zu Wrenbury in Cheshire eine ausgezeichnet schöne Feuerkugel; sie erschien nicht weit vom Orion und verbreitete einen aufserordentlichen Lichtglanz: ihre Farbe war grasgrün; sie verschwand, ohne Funken zu hinterlassen (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850 > *Thoms. Introd. to Meteorol.*).

1848 Febr. 7. 11 Uhr Ab. erblickte Lowe zu Nottingham ein glänzendes Meteor, zweimal so grofs als Jupiter (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

(1848 Febr. 20. Zahlreiche Sternschnuppen.) (Nordlicht).

1848 Febr. 22. Grofse Feuerkugel in Frankreich (*C. R. t. XXVI, p.* 281).

1848 März 8. 4 Uhr Morgens ist nach einem Berichte von Sir John Herschel zu Slough eine Feuerkugel am südlichen Himmel gesehen worden; sie bewegte sich langsam von West nach Ost, war von röthlicher Farbe und gröfser, als der Mond (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

Dieselbe Feuerkugel ist auch zu Bath in südwestlicher Richtung gesehen worden; der Schweif war 3 — 4 Yards ($4\frac{1}{2}'$) lang (*ib.* f. 1850).

1848 März 9. 1 Uhr 45 Min. Morg. sah Mr. Symonds in Wytham-Park bei Oxford bei völlig bedecktem Himmel

einen

einen Lichtschein in der Atmosphäre zwischen der Erdoberfläche und den Wolken; er bewegte sich horizontal von Ost nach West, wurde immer gröfser und nahm das Ansehen eines gekrümmten Streifens an, welcher seine convexe Seite nach W. zu richtete; endlich ward am unteren Ende ein leuchtender Kopf sichtbar; nach Verlauf von 22 Sek. erlosch er gänzlich (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1848 März 12. 6½ Uhr Ab. wurde in Breslau bei trübem Himmel durch das Gewölk am nordöstl. Himmel eine senkrecht herabfallende Feuerkugel gesehen. —

(1848 März 27. 29. Zahlreiche Sternschnuppen).

1848 April 6. 7 Uhr 5 Min. Ab. sah Symonds zu Oxford bei noch hellem Dämmerlicht eine glänzende Feuerkugel von N. nach S. durch den Zenith ziehen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1848 April 6. sah Rev. J. Slatter in Rosehill bei Oxford eine kleine Feuerkugel von S.O. nach S.W. ziehen und dann senkrecht herunterfallen (*ib.* f. 1849). —

1848 April 12. 9 Uhr 15 Min. Ab. sah derselbe zu Oxford ein kleines Meteor horizontal am östlichen Himmel ziehen (*ib.*).

1848 April 18. erschien in England bald nach Sonnenuntergang eine Feuerkugel in S.S.O.; sie stieg zuerst etwas aufwärts, senkte sich aber alsdann senkrecht herab, fortwährend an Glanz zunehmend, bis sie verschwand (*ib.*).

1848 April 30. 7 Uhr 30 Min. Ab. sah ein Beobachter im Regents-Park eine Feuerkugel von dem Zenith bis 45° herabfallen, wo sie in 2 Stücke zersprang und erlosch; sie war 2 bis 3 Sek. sichtbar und bewegte sich nach S.W. Sie war von gelblicher Farbe und von der Gröfse einer sogen. Römischen Kerze (*ib.* f. 1848).

1848 Mai 7. Helle Feuerkugel zu Bonn (Schmidt a. a. O. S. 45).

1848 Mai 10. 9½ Uhr Ab. sah Duncan zu Woodstock einen senkrecht herabsteigenden Lichtstreifen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1848 Mai (19. od. 20.) wurde in Schlesien an mehreren

Orten am südlichen Himmel eine grofse Feuerkugel gesehen. —

1848 Mai 24. beobachtete Ed. Heis in Aachen eine prächtige Feuerkugel von α Serpentis (Herculis?) bis δ Herculis (Serpentis?) (*l'Inst. No.* 798).

(1848 Juli 6. Zahlreiche Sternschnuppen).

1848 Juli 12. 7 Uhr 15 Min. Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine, wegen ihrer langsamen Bewegung merkwürdige, Feuerkugel; sie legte in 4 Sek. einen Raum von nur 20° zurück; ihre Farbe war intensiv blau. Sie hinterliefs einen Schweif, welcher erst nach 3 Min. völlig erlosch (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848).

1848 Juli 13. 10 Uhr Ab. sah Lawson in Stone Easton eine helle Feuerkugel von S. nach W., von blasser Farbe mit einem purpurnen Schweife (ib. f. 1849). Wahrscheinlich dieselbe Feuerkugel war es, die um 11 Uhr in Bonn vom Pol zum Auriga beobachtet wurde. —

1848 Juli 15. 11 Uhr Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine kleine Feuerkugel; sie fiel senkrecht von 24 Camelopardalis bis 14 Lyrae (ib.).

1848 Juli 18. 10 Uhr Ab. sah Schmidt in Bonn eine grüne, schweiflose Feuerkugel. Sie zeigte eine merkwürdige Eigenthümlichkeit: Schräg aufsteigend, zuerst im Adler sichtbar, glich sie anfangs einem matten, röthlichen Sterne und erreichte in der Nähe von δ Aquilae plötzlich einen so starken Glanz, dafs sie α Lyrae bei Weitem übertraf; gleich darauf schien sie lautlos zu zerplatzen. In demselben Momente aber fuhr ein grünes, funkenähnliches Fragment von schwächerem Glanze vom Orte des Erlöschens genau *rückwärts* in der vorhin beschriebenen Bahn, etwa noch $\frac{1}{2}$° und verschwand alsdann (Schmidt a. a. O. S. 46).

(1848 Juli 20 bis 24. Zahlreiche Sternschnuppen).

1848 Juli 23. 11 Uhr 48 Min. Ab. Rothgelbe, langsame Feuerkugel zu Bonn (Schmidt a. a. O. S. 46).

(1848 Juli 27. bis 31. Zahlreiche Sternschnuppen).

1848 Juli 29. 10 Uhr Ab. sah man zu Bradfield in Berkshire eine helle Feuerkugel mit einem aus Funken be-

stehenden Schweife, unterhalb des Polarsterns bis in die Jagdhunde (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1848).

1848 Juli 29. 11 Uhr Ab. beobachtete Schmidt in Bonn und Heis in Aachen eine sehr helle Feuerkugel von η Serp. bis λ Ophiuchi, wo sie, scheinbar mit grofser Gewalt, aber lautlos zerplatzte. Der Himmel, die Berge und Bäume des Horizontes wurden mit einem grünen Schimmer erleuchtet; der Schweif war höchst unbedeutend (Schmidt a. a. O. p. 46).

(1848 August 1 bis 6. Zahlreiche Sternschnuppen und Feuerkugeln (Aug. 1. u. 2) (*Rep. of the Brit. Assoc. f.* 1849).

(1848 Aug. 9/10. August-Phänomen mit vielen Feuerkugeln, u. A. in Gent und Oxford).

1848 Aug. 21. 11 Uhr 45 Min. Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine Feuerkugel, heller, als der Sirius vom Delphin bis zum Algenib im Perseus (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

1848 Aug. 28. 8 Uhr 11 Min. Ab. beobachtete Ed. Heis in Aachen eine Feuerkugel von AR 280 bis 170° und Decl. +51 bis +63°; ihre Dauer betrug 3 bis 4 Sek. (*l'Inst. No.* 798).

1848 Aug. 29. sah Dubois in Paris eine Feuerkugel (*Compt. Rend. t. XXVII, p.* 297).

1848 September 1. 7 Uhr 45 Min. Ab. Feuerkugel zu Saffres in Côte d'or (*ib.*).

1848 Septbr. 1. 8 Uhr Ab. beobachtete Putzeys in Brüssel eine Feuerkugel von West nach Ost: sie zog sehr langsam und beinahe horizontal. Ihr Licht war glänzend und grünlich. Dieselbe Feuerkugel ist (9 Uhr?) zu Caën und Nevers gesehen (*l'Inst. No.* 783).

1848 Septbr. 4. 8 Uhr 45 Min. Ab. beobachtete der Astronom auf der Wrottesley-Sternwarte zu Wolverhampton in England am südlichen Himmel einen blendenden Lichtstreifen von blafs-gelber Farbe, etwa 8° westlich von α Aquilae und von einer Länge von 25°, senkrecht zum Horizonte herabfahrend; dieser Lichtstreifen hielt 10 Sek.

an und löste sich allmälig in rothe Funken auf, die nach 5 Sek. verloschen. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich der Schweif einer grofsen Feuerkugel gewesen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

1848 Septbr. 4. 8 Uhr 59 Min. Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine grofse Feuerkugel von η Antinoi bis π Sagittarii (also ohne Zweifel dieselbe, als die vorige). Sie war 6mal so grofs, wie Jupiter und von dunkel-strohgelber Farbe; sie streute Funken aus und hinterliefs einen blauen Lichtstreifen von 4° Länge und 25′ Breite. Erst nach $\frac{3}{4}$ Minute verlosch sie gänzlich. Eine kleine Sternschnuppe folgte ihr in derselben Bahn (*ib. f.* 1849). Dieselbe Feuerkugel ist zu Worthing in Sussex 9 Uhr Ab. gesehen worden: »*like a sky-rocket, or rather an oblong piece of fire*«, zuerst blau, dann feuerroth. Die Dauer betrug nach dieser Beobachtung nur 1 bis 2 Sek.; der Schweif blieb aber noch längere Zeit sichtbar. Sie wurde auch zu Fecamp in Frankreich als Funken sprühende Feuerkugel gesehen (*ib.*). — In *Ventnor* auf der Insel Wight wurde diese Feuerkugel ebenfalls um 9 Uhr Ab. beobachtet; sie hatte die Gröfse des Vollmondes, erschien ungefähr 50° hoch und zog von S.W. nach S.; sie theilte sich bald nach ihrem Erscheinen in 2 Stücke, und sendete nach allen Seiten Lichtfunken aus: ein Stück ($\frac{1}{3}$ des Ganzen) fiel rasch nach S. zu und löste sich bei 25° Höhe ebenfalls in Funken auf. Die ganze Erscheinung dauerte beinahe 3 Minuten (*ib. f.* 1851).

(1848 Septbr 4/5. Zahlreiche Sternschnuppen).

1848 Septbr. 7. 6½ Uhr Ab. wurde zu Poona in Indien eine grofse Feuerkugel von N. nach S. gesehen; sie wendete plötzlich ihren Lauf zu einem gegen den früheren, rechtwinkligen um. Nachdem sie 5 bis 6 Sek. sichtbar gewesen war, zersplitterte sie in eine grofse Anzahl von Fragmenten, welche sich rasch zur Erde senkten; und diese wiederum in kleinere, bis sich das Ganze in Funken auflöste. *Vor* der Explosion war die Feuerkugel *blau*, nach derselben

roth; sie erleuchtete trotz des Mondscheines den ganzen Himmel (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1848 Septbr. 8. 6 Uhr 50 Min. Ab. beobachtete Irving zu Pisa am südlichen Himmel eine Feuerkugel von N.W. nach S.O. (*ib. f.* 1849).

1848 Sept. 24. 11 Uhr 18 Min. Ab. ward eine helle, geschweifte Feuerkugel 3° von γ urs. maj. bis ψ urs. maj. zu Nottingham beobachtet (*ib.*).

1848 Sept. 28. Feuerkugel zu Parma (*l'Inst. No.* 818).

1848 October 5. 11 Uhr 27 Min. Ab. kleine Feuerkugel von α Pegasi durch Cassiopea zu Nottingham (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849). 11 Uhr 33 Min. Ab. ebenfalls kleine Feuerkugel mit rothen Funken (*ib.*).

1848 Octbr. 18. 10 Uhr 46 Min. Ab. kleine Feuerkugel zu Nottingham im Pegasus während eines Nordlichtes (*ib.*).

(1848 Octbr. 20. bis 27. October-Phaenomen.)

1848 Octbr. 27. beobachtete G. A. Rowell zu Oxford 8 Uhr Ab. eine grofse, weifse Feuerkugel mit einem hellen Schweife im Sternbilde des Stier (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

1848 Octbr. 27. 10 Uhr 30 Min. Ab. Feuerkugel zu Nottingham vom Aldebaran bis Beteigeuze (*ib.*).

1848 Octbr. 29. 7 Uhr Ab. erschien zu Poona und Bombay eine prächtige Feuerkugel von West nach Ost; bei ihrer Explosion verliefs sie ihre horizontale Richtung und schien senkrecht in das Meer hinabzufallen; sie hatte ein blaues Licht, welches die Augen blendete, und selbst die kleinsten Gegenstände deutlich erkennen liefs. Der ihr nachfolgende Schweif war noch eine halbe Minute sichtbar (*ib. f.* 1850).

1848 November 1. u. 5. Feuerkugeln zu Bombay (*ib. f.* 1849).

(1848 Novbr. 12. bis 16: November-Phaenomen).

1848 Novbr. 13/14. 1 Uhr 15 Min. Morg. beobachtete Coulvier-Gravier zu Paris eine kleine Feuerkugel (*Compt. Rend. t. XXVII, p.* 521).

1848 Novbr. 15. beobachtete Ed. Heis in Aachen eine Feuerkugel von AR 102 bis 108° und Declin. +32 bis +26° (*l'Inst. No.* 798).

1848 Novbr. 16. 7 Uhr 20 Min. Ab. Feuerkugel zu Bombay mit einem Schweife von 6 Sek. Sichtbarkeit (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

1848 Novbr. 17. 11 Uhr 12 Min. Abends beobachtete G. A. Rowell zu Oxford eine Feuerkugel mit einem hellen Schweife von 6 bis 8° nördlich der Plejaden durch den Zenith bis 30 oder 35° über dem Horizont in N.N.W., wo sie verschwand. 4 Sek. darauf zeigte sich ein prächtiges Nordlicht; während desselben erblickte Lowe auf Mr. Lawson's Sternwarte zu Bath eine helle, blaue Feuerkugel, von der Capella bis zum nördlichen Horizont; sie liefs hinter sich einen Stern-Strom (»*stream of stars*«) (*ib.*).

1848 Novbr. 21. beobachtete Rev. I. Slatter zu Roschill bei Oxford vier kleine Feuerkugeln während eines Nordlichtes (*ib.*).

1848 Novbr. 29. 7 Uhr 0 Min. 50 Sek. Morg. beobachtete J. W. Jeans zu Grantham in Lincolnshire eine blafs - röthliche Feuerkugel, welche nach einer Sekunde, ohne einen Schweif zu hinterlassen, verschwand (*ib.*).

1848 December 2. und 11. Helle Meteore zu Bonn (Schmidt a. a. O. S. 47).

(1848 Decbr. 11. 14. 15. Zahlreiche Sternschnuppen).

1849 Januar 9. erschien zu Edinburg eine Feuerkugel (*Rep. of the Br. Assoc. f.* 1850).

(1849 Jan. 18. Zahlreiche Sternschnuppen).

1849 Jan. 28. 8 Uhr 15 Min. Ab. beobachtete Lowe zu Bath eine blaue Feuerkugel, zweimal so grofs, als Jupiter, von Castor bis zum Regulus: sie zog einen Funkenschweif nach sich (*Rep. of Br. Ass. f.* 1849).

1849 Februar 10. Feuerkugel zu Nottingham (*ib.*).

1849 Febr. 19. 5½ Uhr Ab. Feuerkugel zu Bombay; sie war sehr lichtstark und zog von S.W. bis N.O. (Edinb. n. Phil. Journ. Vol. XLVII, p. 370 > *Bombay Monthly Times Mrz.* 1849). Diese Nachricht findet sich in Powell's »*Catalogue*« nicht vor. —

1849 Febr. 24. Feuerkugel zu Madras (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

1849 Febr. 28. 10 Uhr 15 Min. Ab. beobachtete Rev. J. Slatter zu Rosehill bei Oxford eine Feuerkugel während eines Nordlichtes (*ib.*).

1849 März 6. 6 Uhr 8 Min. Ab. *bald* nach Sonnenuntergang wurde zu Whitechapel bei London eine prächtige, weiſse Feuerkugel gesehen, ein wenig südlich unterhalb des Mondes; nach 1½ Sek. explodirte sie und nahm eine röthliche Farbe an (*ib.*).

1849 März 19. 6 Uhr 30 Min. Ab. haben mehrere Beobachter zu Bombay, Poona, Aurungabad, Sholapoor, Surat und an anderen Orten eine glänzende grünliche Feuerkugel gesehen; sie bewegte sich in nordöstlicher Richtung, explodirte und löste sich in rothe Funken auf. Die näheren Angaben hierüber s. *Rep. of the Br. Ass. f.* 1849 p. 39 bis 41. — Aus ihnen scheint hervorzugehen, daſs in kurzer Zeit hinter einander zwei verschiedene Feuerkugeln gefallen seyen, und daſs die Beobachter beide Erscheinungen in ihren Berichten mit einander vermengt haben. So theilt auch Powell einen Brief von einem ostindischen Astronomen an den Redacteur der *Bombay-Times* mit, worin er u. A. sagt: .... *Can you make anything out of the different reports of the meteor of the* 19th. *ult., so as to have even a guest at its whereabouts? I cannot by any means torture them into a agreement, and have come to the conclusion that there must have been two at intervals of perhaps fifteen or twenty minutes, and that they have been confounded together.* —

1849 März 23. Kleine Feuerkugel zu Bombay (*ib.*).

1849 März 26. 6½ Uhr Ab. wurde nicht weit von Cochin eine Feuerkugel von beträchtlicher Gröſse gesehen; der Kern hatte eine smaradgrüne Farbe: der Schweif eine röthliche. Bei ihrer Annäherung zur Erde zersprang sie in eine Menge kleiner Fragmente (*ib.* > *Bomb. Tim.* 1849 April 30).

1849 April 4. Feuerkugel zu Delhi (*ib.* > *Bomb. Tim.* Juli 11).

1849 April 10. Feuerkugel zu Ahenednuggur (*ib.*).

1849 April 13. erblickte Watson zu Nottingham eine schöne Feuerkugel von der Nähe der Spica ausgehend bis zum südlichen Horizonte (*ib.*).

An *demselben Abende* 9 Uhr wurde in Hingoleeh und Bombay eine sehr grofse Feuerkugel von West nach Südost gesehen: es folgte ein Schweif aber keine Explosion (*ib.*).

1849 April 19. od. 26. 6 Uhr 52½ Min. Ab. ward zu Malabar Point in Bombay gegen S.S.W. eine Feuerkugel von grofsem Glanze gesehen: sie senkte sich langsam, beinahe senkrecht gegen den Horizont herunter; ihre Winkelgeschwindigkeit betrug 2° in der Sekunde. Zuerst leuchtete sie mit einem dem Jupiter ähnlichen Scheine; hernach erglänzte sie in noch blendenderem Lichte, als die Venus und zuletzt löste sie sich in einen Schauer von röthlich-gelben Funken auf. Ihren Lauf endete sie in verticaler Richtung und verschwand etwa 2° über dem Horizonte. Dieselbe Feuerkugel wurde auch in Khandalla gesehen (*ib.* > *Bomb. Times* 1849 Mai 11).

(1849 April 20. 25. 26. Zahlreiche Sternschnuppen).

1849 April 30. 7 Uhr 42 Min. Ab. erschien zu Poona unterhalb *β* urs. min. eine kleine Feuerkugel von dunkelrothem Lichte; gerade vor ihrem Verschwinden war ihr Glanz am stärksten. Die Dauer betrug 1½ Sek. (*ib.*).

1849 April 30. 8 Uhr Ab. beobachtete de Koninck zu Lièges eine Feuerkugel von länglicher Gestalt und weifser Farbe; sie bewegte sich langsam (30 Sek.) aber ohne Schweif am Himmel fort (*l'Inst. No.* 808).

1849 Mai 2. Feuerkugel zu Bombay (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1849).

1849 Mai 6. Feuerkugel zu Kurrachee in Indien (*ib.*).

1849 Mai 8. 9 Uhr 18 Min. Ab. erschien zu Nottingham eine Feuerkugel von *ε* Herculis bis *β* Lyrae: sie war von röthlicher Farbe und dem Glanze von *α* Lyrae: sie hinterliefs keine Funken (*ib.*).

1849 Mai 12. sah Heis in Aachen des Nachmittags 2 Uhr 40 Min. zwei kleine *dunkele* Körper vor der Sonne

vorbeiziehen: den einen von 160 bis 68°, den andern von 20 bis 125° (von Nord durch West und Süd nach Ost gezählt). Mai 13. 3 Uhr 48 Min. sah er einen dritten von 200 bis 225°, und den vierten so grofs wie Mercur von 52 bis 175° (Privatmitth).

1849 Mai 26. 9 Uhr 36 Min. Ab. Sehr helle, gelbrothe Feuerkugel zu Bonn von merklichem Durchmesser: sie erlosch nach 2.7 Sek. Dauer (Schmidt a. a. O. S. 61).

1849 Mai 31. 10 Uhr 5 Min. Ab. sah H. v. Rothkirch in Boberstein bei Hirschberg eine Feuerkugel von α Ophiuchi herkommend. —

? 1849 Juni 16. 6 Uhr 30 Min. Nachm. erschien zu Paris ein sogen. »*tonnerre en boule*« in Gestalt einer grofsen rothen Kugel, welche sich langsam herabsenkte, und endlich in Feuer aufging; es schien, als ob Papier in kleinen Funken verbrennt; plötzlich detonirte die ganze Kugel mit einem furchtbaren Knalle und eine grofse Anzahl von Blitzstrahlen fuhr nach allen Seiten hin in Zickzack: einer davon traf ein Haus in der Vorstadt und machte ein Loch in der Mauer. Die Erscheinung dauerte länger als eine Minute (*Compt. Rend. t. XXXV, p.* 192).

1849 Juni 17. 9 Uhr 12 Min. Ab. beobachtete Prof. Bond zu Cambridge (Mass. U. S.) eine Feuerkugel von weifslich-oranger Farbe; sie war zuerst nur 5. Gröfse, nahm aber an Glanz zu, bis sie heller, als Venus wurde; sie bewegte sich von η Aquilae etwa 15° weiter nach Osten und verschwand bei ε Delphini; kurz vor ihrem Erlöschen löste sich ein Fragment los, und dann andere kleinere, welche sich alle in derselben Bahn folgten (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1849).

(1849 Juni 16. 17. Zahlreiche Sternschnuppen).

1849 Juni 25. 10 Uhr Ab. erschien zu Kurrachee in Indien eine glänzende Feuerkugel von S. nach W.; sie explodirte bei beinahe 60° Höhe mit Hinterlassung rother Funken; ungefähr 5 Min. darauf wurde ein Getöse gehört (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1849).

1849 Juni 27. 11 Uhr 35 Min. Ab. sah Lowe zu Not-

tingham eine kleine Feuerkugel mit kleinem Schweife, langsam von α Ophiuchi nach W. zu (mit einer Krümmung nach S.) hinziehend durch γ Herculis und γ Serpentis (*ib.*).

1849 Juni 30. 11 Uhr 43 Min. Ab. beobachtete derselbe eine Feuerkugel, welche mit grofser Geschwindigkeit sich durch Kochab zwischen Alioth und Mizar bewegte, mit Hinterlassung von blafs-rothen Funken (*ib.*).

1849 Juli 10. 11 Uhr 3 M. Ab. beobachtete derselbe eine Feuerkugel von der 5fachen Gröfse des Jupiter, blafsblau und von konischer Gestalt; sie bewegte sich langsam und ohne Funkensprühen von η Pegasi durch α Andromedae bis gegen φ Piscium (*ib.*).

(1849 Juli 20. bis 27. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1849 Juli 23. 10 Uhr 37 Min. Ab. beobachtete Prof. Powell in Oxford eine Feuerkugel von weifser Farbe und mit einem Schweife; sie verschwand ohne Explosion bei einem Punkte am Himmel, dessen AR $= 200^\circ$ und dessen Decl. $= + 9^\circ$ war (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1849).

1849 Juli 27. 8 Uhr 30 Min. Ab. wurde zu Porebunder in Indien am nördlichen Himmel eine grofse Feuerkugel beobachtet: sie fiel von 70° Höhe beinahe senkrecht herab und blieb 5 Sek. sichtbar, bevor sie völlig erlosch: ein langer Streifen von hell rothen Funken bezeichnete ihren Weg. Sie erleuchtete den ganzen Himmel (*ib. f.* 1850).

(1849 August 2. bis 6. Zahlreiche Sternschnuppen).

1849 Aug. 3. 10 Uhr Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine Feuerkugel von χ Cassiop. bis β Persei (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1849).

1849 Aug. 6. 8 Uhr 35 Min. Ab. während des Zwielichtes beobachtete Rev. J. Slatter zu Rosehill bei Oxford eine Feuerkugel 5 bis 6mal so hell als Wega; sie zog von δ Cygni bis 5° westl. von β Aquarii; dann erlosch sie mit Hinterlassung von Funken (*ib.*).

1849 Aug. 7. 9 Uhr 30 Min. Ab. sah Lowe zu Nottingham eine Feuerkugel von der Gröfse des Jupiter und von purpurrother Farbe ohne Funkenschweif, mit langsamer Bewegung von ζ Cygni bis g Pegasi (*ib.*).

1849 Aug. 8. bis 15. August-Phänomen mit mehreren Feuerkugeln; so Aug. 8. 10. zu Nottingham; Aug. 9. zu Neustadt und Parma; Aug. 11. zu Breslau. (Ueber diese Feuerkugeln, wie überhaupt über die bei den periodischen Sternschnuppenbeobachtungen gesehenen, werde ich das Nähere später in den »Beobachtungen der periodischen Sternschnuppenerscheinungen« mittheilen).

1849 Aug. 16. 10 Uhr 20 Min. Ab. erschien zu Leobschütz eine Feuerkugel von der Gröfse der Capella mit gelblichem Lichte; sie erschien in den Jagdhunden und verschwand den Beobachtern hinter Häusern; einige wollen auch einen entfernten, dumpfen Knall gehört haben (Briefl. Mitth.).

1849 Aug. 25. 10 Uhr Ab. erschien zu Chesterfield eine glänzende Feuerkugel, zweimal heller als Venus: sie bewegte sich langsam und beinahe horizontal (?) von N. nach S. und liefs hinter sich einen Schweif von kleinen Sternen. Einige Augenblicke nach ihrem Erlöschen bezeichnete eine lange schwarze Wolke ihre Bahn (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1849 September 3. des Abends sah man zwischen Belton und Castle Donington eine kleine, aber ungemein glänzende röthliche Feuerkugel mit einem Funkenschweif, welcher 6 bis 7 Sek. sichtbar blieb; sie bewegte sich bei einer Höhe von 40° von N.O. nach N.W. (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1851).

(1849 October 15. 16. 17. 20. 25. October-Phänomen).

1849 Octbr. 20. 8 Uhr 30 Min. Ab. Explodirender Lichtstreifen zu Hartwell in Aylesbury (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1849 November 2. 5 Uhr 10 Min. Ab. wurde in der Nähe von Mold in Flintshire eine Feuerkugel bemerkt, deren Geschwindigkeit fortwährend abnahm. Sie blieb beinahe 20 Sek. sichtbar; doch hörte man keine Explosion (*ib.*).

1849 Novbr. 2. 5 Uhr 30 Min. Ab. sahen mehrere Beobachter zu Nottingham und an anderen Orten eine sehr langsam zwischen β und γ Lyrae dahinziehende Feuerkugel;

sie war in ihrer Bahn 30 Sek. lang sichtbar: in der ersten Hälfte derselben entsendete sie Funken, dann nicht mehr (*ib.*)

Dieselbe Feuerkugel sah Mr. Hill, 12 miles n. n. ö. von Swansea unterhalb des Polarsternes von O. nach W. ziehen. Ihre Farbe war hellroth; der Kern des Meteors hatte 6″ im Durchmesser. Die Feuerkugel wurde immer kleiner, je länger sie sichtbar war; — ihre Dauer betrug 8 Sek. (*ib.*).

1849 Novbr. 2. 7 Uhr 33 Min. Ab. beobachtete Lowe zu Nottingham eine sehr helle Feuerkugel von gröfserem Glanze, als Venus, von 39 Andromedae bis 1° nördlich von γ Cassiopeae (*ib.*).

1849 Novbr. 5. 6 Uhr 10 Min. Ab. sah Jones in Chester eine bläuliche Feuerkugel, deren Kopf aus 8 kleinen Kugeln zusammengesetzt war; ihr Lauf ging von den Plejaden bis α Arietis. Die Feuerkugel war 5 Sek. sichtbar, der Schweif aber, welcher aus kleinen Funken bestand, 2 Min. (Phil. Mag. 3 S. Vol. 36 p. 381).

An *demselben* Abende, 6 Uhr 20 Min. beobachtete Lowe zu Nottingham ebenfalls eine Feuerkugel von 14 Dracon bis *h* Herculis; ihre Bahn von 50° Länge hatte eine gewundene Gestalt, Glaisher glaubt, dafs diefs dieselbe Erscheinung, wie die vorige sey (Phil. Mag. Mai 1850).

1849 Novbr. 7. 9½ Uhr Ab. erschien zu Bombay eine der prachtvollsten Feuerkugeln; sie schien über der Insel Elephantine zu zerspringen. Mehrere Nächte hindurch zeigten sich zahlreiche Sternschnuppen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850. > *Bomb. Times* 1849 Novbr. 14).

1849 Novbr. 8. 6 Uhr 30 Min. Ab. wurde in Bombay eine von W. nach O. ziehende Feuerkugel gesehen in dem Sternbilde der Plejaden, 20° über dem Horizont: sie war von grünlich weifser Farbe mit kreisförmig und scharf begränzter Scheibe und ungefähr 4 mal heller als Venus in ihrem stärksten Glanze; nahe an dem Ende ihrer Bahn trennte sich von ihr eine grofse Anzahl röthlicher Funken und es folgte ihr ein Schweif von 10° Länge, welcher 3 oder 4 Sek. länger sichtbar blieb, als die Feuerkugel selbst,

welche ohne eine Aenderung ihrer Form oder Gröfse zu verschwinden schien. Die Luft war zu dieser Zeit angefüllt von einer grofsen Anzahl kleiner Meteore (*ib.* > *Bomb. Tim.* Nov. 17. 1849).

1849 Novbr. 9. 9 Uhr Ab. sah man zu Asseerghur in Indien eine von Ost nach West ziehende Feuerkugel; sie erleuchtete trotz des hellen Mondscheines den ganzen Himmel und zersprang mit einer lauten Explosion (*ib.*).

(1849 Novbr. 12. 13. 14. November-Phänomen mit mehreren Feuerkugeln, so z. B.:

Novbr. 12. 6 Uhr 36 Min. Grofses funkensprühendes Meteor zu Cöln und Aachen (Schmidt a. a. O. p. 61).

Novbr. 13. 10 Uhr 23 Min. 12 Sek. m. Bresl. Zeit beobachtete ich bei meinen Sternschnuppenbeobachtungen eine grofse Feuerkugel (s. »die period. Sternschnuppenersch.«)

1849 Novbr. 13. 6¼ Uhr Ab. wurde an vielen Orten Italiens eine grofse Feuerkugel mit verschieden gefärbtem Lichte gesehen; sie erschien am südlichen Himmel und verlöschte nach Verlauf einiger Sekunden, ohne unmittelbar darauf folgende Explosion. Erst eine Viertelstunde später vernahm man ein eigenthümliches Geräusch, welches die Fenster erschütterte. In der Nähe des Horizontes war die Farbe röthlich und die Feuerkugel zertheilte sich in kleine Kugeln. Sie verbreitete überdiefs überall, wo sie erschien, Tageshelle und noch 1½ Stunde lang war am Himmel eine helle Wolke sichtbar (Capocci im *Calendario di Napoli per l'anno* 1850). Diese Feuerkugel ist auch in Tripolis gesehen worden und fiel dort, wie es auch Capocci berechnet hatte, nieder, und zwar in eines der gröfsten Häuser des Judenviertels, aber ohne Detonation (*l'Inst. No.* 859).

1849 Novbr. 19. 7 Uhr 30 Min. Ab. Aufserordentlich helle Feuerkugel zu Bonn, im N. der Sternwarte. Die Kugel selbst erlosch nach 1,5 bis 2 Sek. Dauer, aber der lange, völlig gerade Schweif erlosch erst nach 13 Sekunden. Das Phänomen zeigte sich im Drachen. Diese Feuerkugel wurde auch in Aachen gesehen (Schmidt a. a. O. p. 61).

(1849 December 3 bis 8. Zahlreiche Sternschnuppen).

1849 Decbr. 4. 11 Uhr 40 Min. Ab. sahen Watson und Swann zu Nottingham eine Feuerkugel, weit gröfser und heller als Jupiter, von orange-rother Farbe; sie bewegte sich in einer Zeit von 8 Sek. von τ Eridani bis ω Piscium (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1850).

1849 Decbr. 12. 11 Uhr 30 Min. Ab. wurde zu Camp Bohnal bei Shorapore in Indien eine glänzende Feuerkugel gesehen, welche vom Zenith in senkrechter Richtung herabfiel und bei 20° Höhe zerstiebte; ihre Gröfse schien bei dem Herabsinken abzunehmen, aber ihr Glanz war 4mal heller, als der der Venus. Ihre Farbe war grünlich-weifs. Eine Explosion wurde nicht gehört (*ib.*).

1849 Decbr. 19. 5 Uhr 10 Min. Ab. wurde zu Beeston bei Nottingham und zu Whitehaven eine sehr langsam dahinziehende Feuerkugel beobachtet; sie legte ihren Weg von α Draconis bis etwas über Capella in 2 Min. 30 Sek. zurück und hinterliefs einen Lichtstreifen (*ib.*).

Gewifs ist es dieselbe Erscheinung, welche:

1849 Decbr. 19. 5 Uhr 15 Min. m. Gr. Zeit in ganz England, Schottland und Irland als eine glänzende Feuerkugel gesehen wurde; sie zog von N.N.W. nach O. zu horizontal dahin und legte ihren Weg von 65° am Himmel gleichmäfsig in 30 Sek. zurück (Schottische Beobachtungen ergeben 75° in 15 Sek.); sie löste sich bei ihrem Zerplatzen in 2 bis 4 Fragmente auf, welche sich wiederum in kleine Funken zertheilten: der nachfolgende Schweif nahm an Länge zu, je näher die Feuerkugel kam (*cf. Proceed. of the Roy. Soc. of Edinb.* 1850 *II, p.* 309 u. *Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850 *I p.* 107 — 110). —

1849 Decbr. 21. 5 Uhr Ab. wurde in New-Haven eine in zahlreiche Fragmente sich auflösende Feuerkugel gesehen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1851).

1849 Decbr. 23. 6 Uhr 36 Min. 30 Sek. Ab. sah Lowe zu Nottingham eine Feuerkugel von ξ Taurii bis 94 Ceti, welche nach $1\frac{1}{2}$ Sek. plötzlich verschwand (*ib. f.* 1850).

1849 Decbr. 23. 7 Uhr 30 Min. Ab. wurde zu Castle Donington in Leicestershire eine an Glanz allmälig zuneh-

mende Feuerkugel gesehen mit einem prächtigen Schweife (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1849 Decbr. 30. 5 Uhr 45 Min. Ab. erschien zu Hartwell eine Feuerkugel, südwestlich von der Andromeda, welche sich von N. nach O. bewegte und Lichtstreifen von 5 — 6° Länge aussendete (*ib. f.* 1851).

1850 Januar 8. 3³ Uhr Morg. wurde auf dem Wege von Merzenich nach den Kohlengruben von Eschweiler zwischen Düren und Langerwehr eine ungewöhnliche Lichterscheinung bei *völlig bedecktem Himmel* beobachtet. Vom Horizont in Absätzen nach dem Zenith ansteigend, erhellte sich plötzlich der ganze Himmel, so dafs die ganze umliegende Landschaft zu erkennen war, und nach weniger als einer Minute verschwand die Helligkeit plötzlich. Die Farbe des Scheines war röthlich (Köln. Zeitg. 1850 Jan. 20. > Pogg. Ann. Bd. 83 S. 158).

1850 Jan. 30. sah Liais zu Cherbourg eine grofse Feuerkugel im Sternbilde des grofsen Bär; sie fiel beinahe senkrecht zur Erde. Die Erscheinung dauerte 3½ Sek. und war von dem Glanze der Venus; es folgte ihr ein Lichtschweif, aber keine hörbare Explosion (*Compt. R. t. XXX, p.* 208).

1850 Jan. 30. 6 Uhr 50 Min. Ab. Mehrere kleine Sternschnuppen und eine grofse, wie Jupiter, zu Headington Hall bei Oxford; 8 Uhr 48 Min. und 9 Uhr 30 Min. Ab. wurden daselbst zwei kleine Feuerkugeln beobachtet (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1851).

1850 Februar 3. 11 Uhr Abends. Feuerkugel zu Hartwell (*ib.*).

1850 Febr. 5. 6 Uhr 50 Min. Ab. wurde zu Sandwich in Kent eine eigenthümliche Erscheinung beobachtet: etwas westlich vom Orion, 28 bis 30° über dem Horizonte, zeigte sich ein Fleck von mattem Lichte: er nahm rasch an Gröfse und Intensität zu, blieb aber auf *derselben Stelle* am Himmel sichtbar, wie eine mäfsig roth-glühende Eisenkugel, bis sie die Gröfse von ⅓ des Vollmondes erreicht hatte. Plötzlich zersprang sie, ohne dafs irgend ein Geräusch, oder eine Explosion gehört wurde; der Hauptkörper nahm eine lang-

same, geradlinige Bewegung, parallel dem Horizonte und nach Osten zu, an; als diese Bewegung rascher ward, trennten sich rothe Fragmente nach verschiedenen Richtungen hin von dem Centrum; ein glänzender Regen von verschieden gefärbtem Feuer fiel senkrecht zur Erde herab, ähnlich dem Feuerregen einer zersprungenen Rackete. Besonders merkwürdig waren folgende Umstände bei diesem Phänomen: dafs es sich bei einem stationären Punkte am Himmel zeigte und ausbreitete, — von dem Augenblicke seiner ersten Sichtbarkeit bis es zerplatzte und sich fortbewegte, vergingen 1 Min. 45 Sek.; — dafs die Bewegung des Hauptkörpers so langsam war, dafs sie 45 Sek. währte; — dafs an der festen Stelle, wo es sich gebildet hatte, eine Lichtscheibe von 1° Durchmesser erschien und dort nach 3 Min. nach dem allmäligen Erlöschen der Feuerkugel und des Feuerregens sichtbar blieb (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

1850 Febr. 10. 8 Uhr 30 Min. Ab. wurde auf dem Indischen Meere unter 24° 98' N.Br. und 66° 30' Oestl. L. eine grofse Feuerkugel von dem 6ten Theile des Durchmessers im S. gesehen; sie erschien 8° nach S.S.W. und verschwand augenblicklich 2° nach S.; es folgte ihr ein scharf begränzter Schweif nach (*ib. f.* 1850).

1850 Febr. 11. 5 Uhr Ab. erschien bei Derby eine röthliche Feuerkugel mit hellglänzendem Kern, blauem Schweif und langsamer Bewegung (*ib.* > *Derby Courier*). — Die beiden folgenden Nachrichten beziehen sich höchst wahrscheinlich auf dieselbe Erscheinung der merkwürdigen und, ich möchte sagen, klassischen Feuerkugel von 1850 *Febr.* 11. 10 *Uhr* 41 *Min.* 16 *Sek. mittl. Greenw. Zeit,* — darum klassisch, weil Hr. J. Glaisher, auf der Kön. Sternwarte zu Greenwich, von ihr eine so vorzügliche, bis jetzt unübertroffene Beschreibung und Untersuchung gegeben hat (Lond. etc. Phil. Mag. 3. S. Vol. 36, p. 221. 249 u. 263). Besäfsen wir mehrere ähnliche Untersuchungen über bedeutende Feuerkugeln, wir wären gewifs schon weiter vorgedrungen

gen in der Kenntnifs dieser bis jetzt noch so räthselhaften Körper!

Diese beiden Nachrichten sind nun:

1850 Febr. 11. 10 Uhr 35 Min. sah Rev. J. Slatter zu Rosehill bei Oxford in seinem Zimmer einen ungeheuer starken Lichtschein, welcher Schatten warf. Nach einer Minute hörte er eine Explosion (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1851).

1850 Febr. 11. 10 Uhr 37 Min. bemerkte Rev. C. J. Lowndes eine grofse Feuerkugel zu Hartwell: auch hörte er ein Getöse (*ib.*).

1850 Febr. 11. 10 Uhr 41 Min. 16 Sek. Grofse und glänzende Feuerkugel in einem grofsen Theile von England. Mr. J. Glaisher hat 45 verschiedene Nachrichten gesammelt (u. A. von Airy aus Greenwich und von Hind aus London); die Gränzorte sind Benzance in Cornwallis, Brighton und Durham. Die aus jenen Nachrichten von Glaisher gewonnenen Resultate (Lond. etc. Philos. Mag. 3. S. Vol. 36 p. 263) sind nun im Auszuge folgende (die beigefügten No. beziehen sich auf die von Glaisher im Original angeführten):

Nach Airy's Beobachtung leuchtete das Meteor 10 Uhr 41 Min. 16 Sek. mittl. Greenw. Zeit auf und explodirte 10 Uhr 41 Min. 28 Sek., so dafs die Dauer der Erscheinung 12 Sek. betrage (15). Andere Angaben variiren zwischen 1 und 11 Sek.: von 3 Orten wird sogar eine Dauer von resp. 20, 50 und 60 Sek. gemeldet (13). Die Feuerkugel erschien zuerst 84 Meilen hoch gerade über einem Punkte 13 Meilen (engl.) nordöstl. von Montgomery (1 u. 4); sie zog in einer parabolischen Bahn (17) über Shropshire, Warwikshire und Northamptonshire nach Bedfordshire, wo sie 1½ Meile von Biggleswade 19 Meilen über der Erde verschwand (3 u. 6). Dort sind auch möglicherweise Fragmente einer Masse niedergefallen. Die Schnelligkeit, mit der sich das Meteor fortbewegte, war gewifs sehr grofs; sie betrug mit Berücksichtigung der Bewegung der Erde 30 (engl.) Meilen in der Sekunde, die absolute 15 (wäh-

rend die Erde 4 deutsche Meilen in 1 Sek. zurücklegt (14). Hienach hatte also das Meteor eine sehr bedeutende Geschwindigkeit gehabt. Die Gröfse des Meteores zur Zeit seiner Explosion, variirt nach verschiedenen Angaben von der Gröfse des Jupiter bis zu der des Vollmondes: übrigens nahm die Feuerkugel an Gröfse und Glanz zu (bis Sonnenglanz), bis sie plötzlich erlosch (8. 11); ebenso wird auch die Farbe verschieden angegeben (12). Die Feuerkugel zog einen langen Schweif nach sich, welcher nach Einigen Funken aussendete, nach Anderen nicht: er ist mehrere Meilen lang gewesen (16). Nach dem Verlöschen der Feuerkugel wurde an 5 Orten bis zu 50 engl. Meilen Entfernung ein Knall gehört, 1 bis 5 Min. nach der Explosion (9. 11). Ebenso leuchteten nach derselben noch einige Theile des Meteores in einer Höhe von 10 engl. Meilen auf (7). — Glaisher bemerkt noch, dafs der heftige Knall von dem Zerbersten eines festen Körpers durch die Explosion einer elastischen Flüssigkeit herrühre und dafs das Meteor aus Gegenden jenseits des Einflusses unserer Atmosphäre hergekommen sey. Dagegen bemerkt Hind bei seiner Beobachtung (x): „*the appearance of its light was such, that in my idea no doubt can be entertained but that it was of electrical origin; it moved precisely in the direction in which the wind was blowing at the time.*"

Zu den von Glaisher gesammelten Nachrichten fügt Prof. Baden Powell in den *Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850 noch einige andere hinzu, die ihm über das Phänomen mitgetheilt wurden, und die im Ganzen die von Glaisher gewonnenen Resultate bestätigen. Ein Beobachter aus Kennington Lane bei Lambeth berichtet, dafs bevor die Feuerkugel verschwand, sie sich umzudrehen schien. In Oxford wurde 2 Min. nach dem Verlöschen der Feuerkugel der Knall gehört. —

(1850 Febr. 13. 14. Zahlreiche Sternschnuppen).

1850 Febr. 13. 5 Uhr 27 Min. 48 Sek. Ab. bemerkte Schmidt in Bonn ein (vermuthlich) sehr grofses Feuerme-

teor der glänzendsten Art; er sah zwar nur den rothen Gluthschein, der den Himmel, wie von einer nahen Feuersbrunst erhellte, und das mit einer Schweifspur verschwindende Meteor bei 15° AR. und +5° Decl. Es folgte keine Detonation (Schmidt a. a. O. S. 69).

1850 Febr. 22. 11 Uhr 47 Min. (57 Min.? wie die folgenden) Ab. sah Wallis auf der Albany-Strafse in Camberwell in der Richtung von S.S.O. nach S. und in einer Höhe von 15° eine sehr helle Feuerkugel von dem Durchmesser des Mondes; sie war 3 bis 4 Sek. sichtbar; sie senkte sich beinahe perpendiculär herab, durch einen Raum von 7 bis 8°. Die Kugelform war scharf begränzt; der hintere Theil derselben zertheilte sich in mehrere Fragmente: das Licht war blau (Phil. Mag. 3. S. Vol. 36 p. 318). Dieselbe Feuerkugel wurde 11 Uhr 57 Min. zu Stone bei Ailesbury im W. des Bechers nach S. zu gesehen; sie explodirte ohne Knall (Phil. Mag. 3. S. Vol. 36 p. 363). An *demselben Abende* wurde von Lichtenberger in Neunkirchen und Anderen eine glänzende Feuerkugel gesehen. Schmidt sah in Bonn durch den dicken Nebel hindurch einen blitzähnlichen, rothen Schein (Schmidt a. a. O. S. 69). Vielleicht dieselbe Erscheinung, wie die vorige. —

1850 Febr. 26. 10 Uhr 32 Min. Ab. Hellblaue Sternschnuppe zu Highfield-House bei Nottingham von 10 Sek. Dauer (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1850 März 6. 9 Uhr Ab. erschien zu Surat in Ost-Indien eine Feuerkugel, welche sich in 15 Sek. von 15° AR. und +70° Decl. 5° von Ost nach West bewegte. Der Schweif zeigte viele, kleine Lichtfunken und senkte sich langsam herab (*ib.*).

1850 März 7. 9 Uhr 40 Min. Ab. Rothe Feuerkugel zu Nottingham, welche sich in 2 Sek. von α Dracon. durch α Urs. maj. bis ϑ Urs. maj. mit einem continuirlichen Lichtschweife bewegte (*ib.*).

1850 März 17. 6 Uhr 55 Min. Ab. Glänzende Feuerkugel zu Aylesbury vom Sirius nach S. zu mit einem blauen Lichtschweife (*ib.*).

1850 April 1. Grofse Feuerkugel zu Aden in Indien, welche mit lautem Knalle zerplatzte, so dafs die ganze Besatzung davon erwachte und glaubte, es sey ein Allarm-Schufs gewesen (*ib. f.* 1851).

1850 April 21. 10 Uhr 40 Min. Ab. wurde in Breslau ein eigenthümliches Phänomen beobachtet; es zeigte sich ein feuriger Körper, welcher während 25 bis 30 Sek. einen immer stärker werdenden Glanz annahm, dann wieder schwächer wurde und endlich, mit einem hellen Lichtschein explodirend, zur Erde fiel. Am Rande des Horizontes verschwand er. —

1850 Mai 2. wurde eine rein weifse Feuerkugel zu Byculla bei Bombay nach Osten zu gesehen von 45 bis 20° Höhe. Sie erlosch plötzlich ohne Explosion und Schweif. Ihr Glanz aber nahm fortwährend zu, bis sie verschwand (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

1850 Mai 7. 9 Uhr 6 Min. Ab. sah Schmidt in Bonn eine helle Sternschnuppe von 2 Sek. Dauer; ihr folgte ein *fächerförmiger* Schweif von rothgelber Farbe, was er für eine seltene Erscheinung hält (Schmidt a. a. O. S. 69). Indessen finden sich in meinem Verzeichnisse einige Beispiele von fächerförmigen Schweifen, z. B. 1850 Decbr. 9.

1850 Mai 21. 11 Uhr 57 Min. Ab. Feuerkugel zu Bonn; nachdem sie 4 Min. 9 Sek. verschwunden war, folgte ein dumpfer Knall, woraus zu schliefsen ist, dafs sie 10 Meilen von Bonn zersprungen ist. Die Kugel war von $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des scheinbaren Monddurchmessers und glich einer grofsen, grünblauen Leuchtkugel der Feuerwerker, veränderte aber ihre Gestalt schnell und häufig (*ib. p.* 70).

1850 Juni 1. 10 Uhr 30 Min. Ab. Rothe, scharf begränzte Feuerkugel zu Nottingham, ohne Strahlen, von $1\frac{1}{2}$ Sek. Dauer; sie zog von γ durch φ Cassiop. bis 3° östlich von α Persei (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

1850 Juni 5 (od. 6.) 9 Uhr 8 Min. Ab. Feuerkugel zu Bonn nach S.W. zu mit Schweifbildung (Schmidt a. a. O. p. 71). Dieselbe Feuerkugel wurde auch in Frankreich und England gesehen, wie folgende Nachrichten zeigen:

1850 Juni 5 (od. 6.) 9 Uhr 23 Min. Ab. sah Isid. Pierre zu Caën eine Feuerkugel von Süd nach Nord, 25° über dem Horizonte (*Compt Rend. t. XXX, p.* 781). Zu Havre wurde sie zwischen 9 und 10 Uhr Ab. als von der Gröfse des Vollmondes, aber noch stärkerem Glanze, gesehen. Sie zog von S.W. nach N.O. und hinterliefs einen Lichtschweif von 30 Min. Länge, dessen Helligkeit allmälig verlosch: sie verschwand nach einigen Minuten hinter den Höhen über der Stadt. Nach dem *Journ. de Rouen* ist das Phänomen auch zu Rouen gesehen worden; es erleuchtete die Stadt einige Sekunden lang vollständig 9¼ Uhr Ab. Es zersprang ohne Knall in ziemlich bedeutender Höhe. Die Feuerkugel beschrieb eine Lichtcurve, welche aus 4 Lichtstreifen (*larmes*) bestand, die sich durch successive Lostrennung von der Kugel bildeten und in der Reihenfolge erloschen, in welcher sie entstanden waren. Eine halbe Minute darauf liefs sich ein einzelner Donnerschlag hören (*Journ. des Débats* 1850 Juni). Hiernach ist also vielleicht ein Niederfall einer meteorischen Masse in der Picardie oder in der Normandie erfolgt. — Als einen nicht geringen Nutzen dieser Zusammenstellung von Nachrichten würde ich es halten, wenn sie indirect zur Auffindung von herabgefallenen Massen anleiteten, wo grofse Wahrscheinlichkeit zu einem glücklichen Erfolge vorhanden ist. Nur ist dabei zu beachten, dafs, wie Hr. G. Rose so treffend in der Berl. Akad. d. Wiss. 1852 Mai 17. bei Gelegenheit des Meteorsteines von Gütersloh (1851 April 17.) bemerkt hat, ein längeres Liegen in dem feuchten Erdboden eine grofse Zersetzung und endlich ein gänzliches Zerfallen der ganzen Masse hervorbringen kann, vorzüglich bei den metallisches Eisen enthaltenden Meteorsteinen, wohingegen die gediegenen Meteoreisenmassen, durch die sich bildende oxydirte Kruste vor weiterer Zerstörung geschützt werden. Daher ist es schwierig, früher gefallene Meteorsteine noch aufzufinden. —

Die Erscheinung von Juni 5. (6.) ist auch noch in Derbyshire als Lichtstreifen (*lightning - flashes*) gesehen,

von denen Strahlen ausgingen (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

1850 Juni 10. 10 Uhr 12 Min. Ab. Sehr helle Feuerkugel zu Kishnaghur in Indien von dem Skorpion aus von S.W. nach N.O.; sie durchschofs sehr rasch den Himmel, schien an Gröfse und Glanz während ihres Laufes zuzunehmen und löste sich endlich in zahlreiche, leuchtende Partikelchen auf. Ungefähr nach $\frac{1}{4}$ Min. hörte man einen dumpfen, rollenden Ton, welcher $\frac{1}{2}$ Min. anhielt, an derselben Stelle, wo das Meteor erschienen war (*ib.*).

1850 Juni 16. 6 Uhr 25 Min. *Nachm.* erschien zu New-Haven bei *hellem Sonnenschein und klarem Himmel* eine Feuerkugel von blendend weifser Farbe, so hell als Venus, und mit einem langen Schweife; sie war etwa 2 Sek. sichtbar. Zwei Beobachter bestimmten die Position des Anfangspunktes zu N. 11 — 14° O., Höhe 27 — 35° und des Endpunktes zu N. 14 — 11° O. Höhe 16°. (*Sillim. Amer. Journ.* 2. *S. Vol. XI. p.* 130).

1850 Juli 1. 7½ Uhr Ab. Helle Feuerkugel zu Bombay; sie zog von S.O. nach N.W. gegen 20° weit und explodirte bei 70° in kleine Funken zerstiebend (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

1850 Juli 4. 8 Uhr 26 Min. Ab. Feuerkugel zu Rosehill nach S.O. (*ib. f.* 1850).

1850 Juli 4. 9 Uhr 26 Min. Ab. ward in der Gegend von Nottingham und an einigen anderen Orten eine blafsblaue Feuerkugel gesehen, welche während der 2 Sek. ihrer Sichtbarkeit an Glanz zunahm; sie senkte sich beinahe senkrecht nach Osten herab von einem Punkte zwischen χ und ϑ Antinoi bis 2° östlich von α Capricorni; zuerst zeigten sich keine Funken, aber später verschwand sie in Funken zersprühend (*ib. f.* 1851).

1850 Juli 5. 8 Uhr 54 Min. 2 Sek. mittl. Zeit v. Grantham verschwand zu Grantham und Boston eine glänzend weifse Feuerkugel; sie erschien im N. bei 50° Höhe und zerplatzte im O. bei 25° Höhe, indem sie einen Schweif

zurückliefs von 1° Länge. In Boston wurde noch ein Rauch und ein knisterndes Geräusch bemerkt (*ib. f.* 1850).

1850 Juli 6. u. 8. Feuerkugel zu Toulouse (*Compt. Rend. t. XXXI, p.* 73).

1850 Juli 9. 10 Uhr Ab. Helle Feuerkugel von der Farbe des Jupiter im Haar der Berenice gesehen auf der Stonyhurt-Sternwarte (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850).

(1850 Juli 12. 16. 25 — 30. Zahlreiche Sternschnuppen und diese begleitende Feuerkugeln, so Juli 16).

(1850 Juli 14. Dieselbe Erscheinung wie bei Juli 5. (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851). Wahrscheinlich ein Irrthum im Datum).

(1850 Aug. 6 bis 12. August-Phänomen.)

1850 Aug. 10. Mehrere Feuerkugeln zu Breslau, Bonn, Aachen, Cöln, Paris, Bern und England. (Die näheren Angaben werde ich später mittheilen).

1850 Aug. 13. 11 Uhr 15 Min. Ab. Helle Feuerkugel zu Port Mador in England mit langem Lichtschweife von β Aquilae bis gerade über Fomalhaut (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

1850 Aug. 14. 8 Uhr 45 Min. Ab. ward bei Nottingham eine Feuerkugel mit scharf begränzter Scheibe, vier- bis fünfmal gröfser als Jupiter gesehen; sie zog schweiflos in 2 Sek. von λ Bootis bis in das Haar der Berenice (*ib.*).

1850 Aug. 14. 10 Uhr Ab. Feuerkugel zu Highfield (*ib.*).

1850 Aug. 15. 9 Uhr 35 Min. Ab. Helle Sternschnuppe zu Castle Donington in 2 Sek. von α Lyrae senkrecht zum Horizonte herabfallend, dadurch bemerkenswerth, dafs sie wechselsweise an Glanz ab- und zunahm (*ib.*).

1850 Aug. 22. 2 Uhr 25 Min. Morg. Helle Feuerkugel zu Nottingham; sie zog in 2 Sek. von α bis χ Urs. maj. (*ib.*).

1850 Aug. 29. 10 Uhr 3 Min. Ab. Orangefarbene Feuerkugel zu Nottingham, zuerst nur 5. Gröfse, zuletzt dreimal so grofs, als Saturn; sie bewegte sich langsam und in Funken sich auflösend in 2 Sek. von ε Persei bis 21 Persei (*ib.*).

(1850 September 2. Mehrere Sternschnuppen).

1850 Septbr. 4. 9 Uhr 0 Min. 6 Sek. Weifse Feuerkugel zu Grantham von γ Cephei bis $\varkappa$ Dracon (*ib.*).

1850 Septbr. 21. 10 Uhr 18 Min. 30 Sek. Ab. Blaue Feuerkugel zu Darlington, die an Glanz zunahm und sich in 6 Sek. über einen Raum von 7° im Sternbilde des grofsen Bär mit Hinterlassung eines Funkenstreifens bewegte (*ib.*). —

1850 Septbr. 30. 8 Uhr 54 Min. Ab. (bis gegen 10 Uhr) erschien in Neu-England und vielen Gegenden Nord-Amerika's eine helle Feuerkugel, welche mit Funkensprühen zerplatzte. Nach diesem Phänomen blieb ein heller Lichtstreifen *noch eine ganze Stunde* sichtbar, welcher *abwechselnde Lichtgestalten, wie ein Komet,* zeigte. Die Explosion erfolgte 3° unterhalb α Arietis. Bond berechnet die Entfernung dieses Meteores von Cambridge zu 100 engl. Meilen, die Höhe über der Erde zu 50 Meilen (*Sillim. Amer. Journ.* 2 *S. Vol. XI. p.* 130 in Athen. 1850 Novbr. 16). Dieses Meteor ist in N. Amerika unter dem Namen *„Jenny Lind's meteor“* bekannt und ist in der That eine der merkwürdigsten Erscheinungen der Art, die wir kennen; in früheren Zeiten wäre sie wahrscheinlich für einen Kometen gehalten worden. Auch zu *Bombay* wurde dieses Phänomen eine Stunde lang beobachtet (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851 *p.* 43).

1850 October 6. beobachtete Heis bei Vischel im Ahrthale ein bedeutendes, weifses und geschweiftes Meteor; es wurde auch zu Aachen, Malmedy und Heinsberg gesehen, ebenso zu Bonn, wo die Position bestimmt wurde zu 310 bis 210° AR. und —9° bis +21° Decl. (Schmidt a. a. O. S. 71).

1850 Octbr. 9. 10 Uhr 45 Min. Ab. Glänzende blaue Feuerkugel zu Hereford von N.W. nach N.; sie bewegte sich sehr langsam und löste sich in Funken auf (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

(1850 Octbr. 9. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1850 Octbr. 13. 6 Uhr Ab. Glänzende Feuerkugel zu Toronto in Canada; in 1 Sek. flog sie vom Zenith bis zu

45° Höhe herab und zersprang dort, in mehreren Farben erglänzend (*ib.*).

1850 Octbr. 24. 8 Uhr 42 Min. Ab. sah Hr. Observator Fearnley aus Christiania (damals) in Bonn bei ganz bedecktem Nebelhimmel und durch dichte Wolken hindurch gegen N. eine grofse Feuerkugel mit leuchtendem, grünem Blitzscheine. Die in 1 Sek. 5 beschriebene Bahn von O. nach W. war etwas gekrümmt. Nach dem Erlöschen erfolgten noch 2 blitzartige grüne Erhellungen. Eine Detonation ward nicht gehört (Schmidt a. a. O S. 71).

(1850 Octbr. 26. Zahlreiche Sternschnuppen.)

(1850 November 2. Desgleichen.)

1850 Novbr. 6. 7 Uhr Ab. Aufserordentlich helle Feuerkugel zu Malabar Hill bei Bombay; sie flog in 3 Sek. sehr rasch von N.W. nach S.O. und zerplatzte ohne Knall. Ein Lichtstreifen blieb nachher noch 20 Min. sichtbar; an dem einen Ende desselben befand sich ein heller Kern, ähnlich wie bei einem Kometen (*Rep. of the Br. Ass. f.* 1851).

1850 Novbr. 13. 5 Uhr 45 Min. Ab. Blaue und 7 Uhr 5 Min. Ab. Gelbe Feuerkugel zu Oxford, vom Zenith nach N.W. (*ib.*).

(1850 Novbr. 14. 15. November-Phänomen in Indien).

1850 Novbr. 14. 5 Uhr 45 Min. Ab. Grofse Feuerkugel von N.W. nach S.O, zu Bone Ghaut in Ost-Indien (*Rep. of the Br. f.* 1851).

1850 Novbr. 15. zwischen 8 und 9 Uhr Ab. sah ein Freund von mir bei Berlin im Sternbilde des gr. Bär eine Feuerkugel von gelber Farbe und halb so grofs, als der Mond, sie zerplatzte in Funken sich auflösend; der Schweif war noch einige Sekunden nach dem Erlöschen der Feuerkugel als ein dünner, in der Mitte dickerer, Lichtstreifen sichtbar. —

1850 Novbr. 23. 10 Uhr 55 Min. Ab. Kreisrunde gelbe Feuerkugel zu Highfield House, dreimal so grofs, als Saturn, von δ bis θ Ceti, mit einem schwachen Schweife (*Rep. of Br. Ass. f.* 1851).

1850 Novbr. 24. 5 Uhr 45 Min. Ab. Blaue Feuerkugel im Perseus von 60° bis 50 AR. und +45 bis 55° Decl., beobachtet in 2,5 Sek. von G. v. Boguslawski in Breslau.

(1850 Novbr. 28. bis 30. Zahlreiche Sternschnuppen.)

1850 Novbr. 28. 10 Uhr 10 Min. Ab. Sehr langsam dahinziehende Feuerkugel in England von der Farbe des Jupiter, aber viermal gröfser, vom Aldebaran senkrecht herab bis ungefähr 30° hoch (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851).

1850 Novbr. 29. 7½ Uhr Ab. Weifse oder blaue Feuerkugel zu Oxford zweimal so grofs, als Venus: sie durchzog in mäfsiger Geschwindigkeit 15° am Himmel, erlosch, ohne zu explodiren, zwischen *α* und *γ* Aquilae. Der nachfolgende Schweif war noch 6 Sek. sichtbar (*ib.*).

1850 Novbr. 29. 7 Uhr 45 Min. Ab. wurde zu Sussex und in Edinburgh von Ost nach N.W. eine Feuerkugel mit langem Schweife gesehen (*ib.*). Wahrscheinlich dieselbe.

1850 Novbr. 29. 9 Uhr Ab. wurde im erleuchteten Zimmer zu Oxford eine glänzende Feuerkugel in westlicher Richtung gesehen (*ib.*).

1850 Novbr. 29. 10 Uhr 35 Min. Abends beobachtete J. R. Hind auf der Bishop-Sternwarte im Regents-Park zu London eine helle Feuerkugel von 10′ Durchmesser; sie war stillstehend oder bewegte sich nur äufserst langsam während der 4 bis 5 Sek. ihrer Sichtbarkeit; sie verschwand hinter eine Wolke, kam aber in einer Oeffnung derselben glänzender wieder zum Vorschein; ein Lichtstreifen war noch längere Zeit nach dem Erlöschen zu sehen. Diese Feuerkugel ist auch zu Oxford und an mehreren anderen Orten gesehen (*ib.*).

1850 December 5. 11 Uhr 30 Min. Ab. sahen Rowell zu Oxford und Lowe zu Nottingham eine grofse blaue Feuerkugel von dem Glanze der Venus in 3 Sek. einen Raum von 25° von S. nach O. durcheilen (*ib.*).

1850 Decbr. 8. gegen Morgen wurde zu Shorapore in dem Gebiete von Nizam in dem Sternbilde des Löwen eine gelbe Feuerkugel gesehen von dem Glanze der Venus,

sie bewegte sich nach dem Arctur zu. Nachdem das Meteor zerplatzt war, blieben die Funken auf der nämlichen Stelle einige Sekunden hindurch sichtbar: sie glichen dem Nebel im Orion (*ib.*).

1850 Decbr. 9. gegen Morgen. Grofse Feuerkugel in Yorkshire mit fächerförmigem Schweife und sich in Funken auflösend (*ib.*).

(1850 Decbr. 11. 12. Zahlreiche Sternschnuppen). —

(Schlufs im dritten Heft.)

II. *Ueber den Einflufs der Umdrehung und der Gestalt der Erde auf die scheinbaren Bewegungen an den Oberflächen derselben; von Hrn. Observator Clausen in Dorpat.*

(Aus d. *Bullet. de la classe physico-math. de l'acad. de St. Petersburg, T. X.*)

Foucaults sinnreiche Idee, die Umdrehung der Erde durch ein einfaches um einen Punkt schwingendes Pendel jedem anschaulich zu machen, veranlafste mich, diese Bewegung theoretisch zu entwickeln. Ich erlaube mir meine Arbeit über diesen Gegenstand darzulegen, wobei zugleich die sphäroidische Gestalt der Erde berücksichtigt wird.

1. Ich gehe von den Formeln aus, die Gaufs in Benzenberg's bekanntem Werke über die Umdrehung der Erde gegeben hat. Es sey durch den Schwerpunkt der Erde und die Umdrehungsaxe eine mit dem Meridiane des Aufhängepunkts des Pendels parallele Ebene gelegt. Die in dieser Ebene mit einer durch den Aufhängepunkt gezogenen Lothlinie parallele Gerade sey die Axe der Coordinaten z, und zwar positiv in der Richtung nach dem Zenith des Aufhängepunkts; senkrecht darauf in derselben Ebene sey die Axe der x, positiv nach Süden; und senk-

recht auf die Ebene die Axe der y, positiv nach Osten. Der Anfangspunkt der Coordinaten sey im Schwerpunkte der Erde, und die Coordinaten des Aufhängepunktes des Pendels seyen A, B, C in Beziehung auf die Axen der x, y, z resp. Die Coordinaten des als körperlichen Punkt betrachteten Pendels zu einer beliebigen Zeit, auf Axen bezogen, die mit den vorigen parallel sind, seyen vom Aufhängepunkte an gerechnet ξ, v, ζ. Vom Mittelpunkte der Erde an gerechnet sind demnach diese Coordinaten: $A+\xi$, $B+v$, $C+\zeta$.

Ich verwandele jetzt diese Coordinaten in andere x', y', z', deren Axe der x' in der Ebene des Aequators, in ihrem Durchschnitte mit dem Meridiane liegt, und zwar positiv nach Süden; die Axe der y' mit der Axe der y identisch; und die Axe der z' auf der positiven Seite nach dem Nordpole gerichtet ist. Zieht man aus dem Mittelpunkte einer beliebigen Kugel Radien, die mit den positiven Enden dieser sechs Axen parallel sind, bis sie die Kugelfläche schneiden, und legt durch die Durchschnittspunkte der mit den Axen der x und x' parallelen Radien einen gröfsten Kreis, in dem der Bogen zwischen diesen Durchschnitten durch $[xx']$ bezeichnet wird; so hat man, wenn $[xy']$, $[xz']$, $[yx']$ etc. ähnliche Bedeutungen haben, nach Gaufs *Disquis. gen. circa superficies curvas:*

$$x' = x\cos[xx'] + y\cos[yx'] + z\cos[zx'];$$
$$y' = x\cos[xy'] + y\cos[yy'] + z\cos[zy'];$$
$$z' = x\cos[xz'] + y\cos[yz'] + z\cos[zz'].$$

Nach den gegebenen Erklärungen hat man für die 9 Winkel folgende Werthe, worin β die geographische Breite des Aufhängepunkts des Pendels bezeichnet:

$$[xx'] = 90^\circ - \beta;\quad [yx'] = 90^\circ;\quad [zx'] = \beta;$$
$$[xy'] = 90^\circ;\quad [yy'] = 0^\circ;\quad [zy'] = 90^\circ;$$
$$[xz'] = 180^\circ - \beta;\quad [yz'] = 90^\circ;\quad [zz'] = 90^\circ - \beta.$$

Demnach:

$$x' = (A+\xi)\sin\beta + (C+\zeta)\cos\beta$$
$$y' = B+v$$
$$z' = -(A+\xi)\cos\beta + (C+\zeta)\sin\beta.$$

Diese Coordinaten des beweglichen körperlichen Punkts beziehen sich auf Axen, die mit der Erde sich drehen. Es sey die feste Axe der positiven x'' im Weltraume nach der Frühlingsnachtgleiche gezogen; und die Axe der positiven y'' im Aequator nach 90° gerader Aufsteigung gerichtet; die Axe der z'' mit der Axe der z' identisch. Die gerade Aufsteigung des Zeniths sey θ, so hat man auf ähnliche Weise wie oben:

$$[x'x''] = \theta; \qquad [y'x''] = \theta + 90^\circ;$$
$$[x'y''] = \theta - 90^\circ; \qquad [y'y''] = \theta$$

mithin

$$x'' = x'\cos\theta - y'\sin\theta;$$
$$y'' = x'\sin\theta + y'\cos\theta;$$

oder endlich:

$$\left.\begin{array}{l} x'' = (A+\xi)\sin\beta\cos\theta - (B+v)\sin\theta + (C+\zeta)\cos\beta\cos\theta; \\ y'' = (A+\xi)\sin\beta\sin\theta + (B+v)\cos\theta + (C+\zeta)\cos\beta\sin\theta; \\ z'' = -(A+\xi)\cos\beta + (C+\zeta)\sin\beta \end{array}\right\} \quad (1)$$

Auf gleiche Weise hat man, wenn X, Y, Z die nach dem ersten Axensystem zerlegten Kräfte sind, und X'', Y'', Z'' dieselben nach dem letzten Axensystem zerlegt bedeuten:

$$\left.\begin{array}{l} X'' = \quad X\sin\beta\cos\theta - Y\sin\theta + Z\cos\beta\cos\theta; \\ Z'' = \quad X\sin\beta\sin\theta + Y\cos\theta + Z\cos\beta\sin\theta; \\ Z'' = -X\cos\beta + Z\sin\beta; \end{array}\right\} \quad (2)$$

woraus umgekehrt folgt:

$$\left.\begin{array}{l} X = \quad X''\sin\beta\cos\theta + Y''\sin\theta\sin\beta - Z''\cos\beta; \\ Y = -X''\sin\theta + Y''\cos\theta; \\ Z = \quad X''\cos\beta\cos\theta + Y''\sin\theta\cos\beta + Z''\sin\beta. \end{array}\right\} \quad (3)$$

Differentiirt man die Gleichungen (1) zweimal, wobei x'', y'', z'', ξ, v, ζ, θ als veränderlich betrachtet werden, und setzt $\frac{d\theta}{dt} = \lambda$, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^2x''}{dt^2}&=-\lambda^2x''+\sin\beta\cos\theta\frac{d^2\xi}{dt^2}-\sin\theta\frac{d^2v}{dt^2}+\cos\beta\cos\theta\frac{d^2\zeta}{dt^2}\\&\quad+2\lambda\left(-\sin\beta\sin\theta\frac{d\xi}{dt}-\cos\theta\frac{dv}{dt}-\cos\beta\sin\theta\frac{d\zeta}{dt}\right)\\\frac{d^2y''}{dt^2}&=-\lambda^2y''+\sin\beta\sin\theta\frac{d^2\xi}{dt^2}+\cos\theta\frac{d^2v}{dt^2}+\cos\beta\sin\theta\frac{d^2\zeta}{dt^2}\\&\quad+2\lambda\left(\sin\beta\cos\theta\frac{d\xi}{dt}-\sin\theta\frac{dv}{dt}+\cos\beta\cos\theta\frac{d\zeta}{dt}\right)\\\frac{d^2z''}{dt^2}&=-\cos\beta\frac{d^2\xi}{dt^2}+\sin\beta\frac{d^2\zeta}{dt^2}.\end{aligned}\right\}\quad(4)$$

Die Kräfte, die auf das Pendel wirken, sind: die Anziehung der Erde; die Spannung des als eine geometrische Linie betrachteten Fadens, an dem das Pendel hängt, und der Widerstand der Luft.

Die Anziehung der Erde, wie sie an der Oberfläche derselben beobachtet wird, ist schon durch die Umdrehung der Erde modificirt. Es sey die beobachtete Schwerkraft nach den drei Coordinatenaxen x'', y'', z'' zerlegt: $-V$, $-V'$, $-V''$, so ist die wirkliche Anziehung der Erde nach denselben Richtungen zerlegt: $-V-\lambda^2x''$; $-V'-\lambda^2y''$; $-V''$. Die Spannung des Fadens sey N, und die Länge des Pendels a, so wird diese Spannung nach den drei Coordinatenaxen x, y, z zerlegt: $-N\frac{\xi}{a}$, $-N\frac{v}{a}$, $-N\frac{\zeta}{a}$. Der Widerstand der Luft sey mit dem Quadrate der Geschwindigkeit ν proportionirt, oder $-\mu\nu^2$, so ist dieser Widerstand nach den Richtungen der Axen der x, y, z zerlegt: $-\mu\nu\frac{d\xi}{dt}$, $-\mu\nu\frac{dv}{dt}$, $-\mu\nu\frac{d\zeta}{dt}$.

Wir haben also, wenn wir die sämmtlichen Kräfte nach den Axen der x'', y'', z'' durch Hülfe der Formeln (2) zerlegen:

$$\left.\begin{aligned}
X'' &= -V - \lambda^2 x'' - \left(N\frac{\xi}{a} + \mu\nu\frac{d\xi}{dt}\right)\sin\beta\cos\theta \\
&+ \left(N\frac{\upsilon}{a} + \mu\nu\frac{d\upsilon}{dt}\right)\sin\theta - \left(N\frac{\zeta}{a} + \mu\nu\frac{d\zeta}{dt}\right)\cos\beta\cos\theta; \\
Y'' &= -V' - \lambda^2 y'' - \left(N\frac{\xi}{a} + \mu\nu\frac{d\xi}{dt}\right)\sin\beta\sin\theta \\
&- \left(N\frac{\upsilon}{a} + \mu\nu\frac{d\upsilon}{dt}\right)\cos\theta - \left(N\frac{\zeta}{a} + \mu\nu\frac{d\zeta}{dt}\right)\cos\beta\sin\theta; \\
Z'' &= -V'' + \left(\frac{\xi}{a} + \mu\nu\frac{d\xi}{dt}\right)\cos\beta - \left(N\frac{\zeta}{a} + \mu\nu\frac{d\zeta}{dt}\right)\sin\beta.
\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Nach den Gesetzen der Dynamik ist:

$$\frac{d^2x''}{dt^2} = X'', \quad \frac{d^2y''}{dt^2} = Y'', \quad \frac{d^2z''}{dt^2} = Z'';$$

wenn die Einheiten der Längenmaafse, Zeiten und Kräfte gehörig angenommen werden. Die zweiten Glieder der Gleichungen (4) sind also den entsprechenden der Gleichungen (5) gleich. Multiplicirt man die so erhaltenen Gleichungen der Reihe nach 1) mit $\sin\beta\cos\theta$, $\sin\beta\sin\theta$, $-\cos\beta$; 2) mit $-\sin\theta$, $\cos\theta$, 0; 3) mit $\cos\beta\cos\theta$, $\cos\beta \sin\theta$, $\sin\beta$, und addirt die Producte, so erhält man, wenn man die nach den Axen der x, y, z zerlegte scheinbare mit der Schwungkraft der Erde behaftete Anziehung mit $-U$, $-U'$, $-U''$ bezeichnet, wodurch nach den Formeln (3)

$$\begin{aligned}
U &= V\sin\beta\cos\theta + V'\sin\beta\sin\theta - V''\cos\beta; \\
U' &= -V\sin\theta + V'\cos\theta; \\
U'' &= V\cos\beta\cos\theta + V'\cos\beta\sin\theta + V''\sin\beta;
\end{aligned}$$

wird, die folgenden Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{d^2\xi}{dt^2} - 2\lambda\sin\beta\frac{d\upsilon}{dt} &= -U - N\frac{\xi}{a} - \mu\nu\frac{d\xi}{dt}; \\
\frac{d^2\upsilon}{dt^2} + 2\lambda\sin\beta\frac{d\xi}{dt} + 2\lambda\cos\beta\frac{d\zeta}{dt} &= -U' - N\frac{\upsilon}{a} - \mu\nu\frac{d\upsilon}{dt}; \\
\frac{d^2\zeta}{dt^2} - 2\lambda\cos\beta\frac{d\upsilon}{dt} &= -U'' - N\frac{\zeta}{a} - \mu\nu\frac{d\zeta}{dt};
\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Eliminirt man N, so ergeben sich folgende zwei Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}\zeta\frac{d^2\xi}{dt^2}-\xi\frac{d^2\zeta}{dt^2}-2\lambda\frac{dv}{dt}(\zeta\sin\beta-\xi\cos\beta)\\ =-U\zeta+U''\xi-\mu\nu\left(\zeta\frac{d\xi}{dt}-\xi\frac{d\zeta}{dt}\right)\\ \zeta\frac{d^2v}{dt^2}-v\frac{d^2\zeta}{dt^2}+2\lambda\left(\sin\beta\zeta\frac{d\xi}{dt}+\cos\beta\zeta\frac{d\zeta}{dt}+\cos\beta v\frac{dv}{dt}\right)\\ =-U'\zeta+U''v-\mu\nu\left(\zeta\frac{dv}{dt}-v\frac{d\zeta}{dt}\right)\end{aligned}\right\}\quad(7)$$

Man hat überdiefs die Bedingungsgleichung:

$$a^2=\xi^2+v^2+\zeta^2,$$

also

$$v=\xi\frac{d\xi}{dt}+v\frac{dv}{dt}+\zeta\frac{d\zeta}{dt},$$

folglich

$$\sin\beta\zeta\frac{d\xi}{dt}+\cos\beta\zeta\frac{d\zeta}{dt}+\cos\beta v\frac{dv}{dt}=\frac{d\xi}{dt}(\zeta\sin\beta-\xi\cos\beta).$$

2) In dem Falle, da die Schwingungen des Pendels klein sind, kann man die Gröfsen ξ und v als von erster Ordnung betrachten, eben so $\frac{d\xi}{dt}$, $\frac{dv}{dt}$, $\frac{d^2\xi}{dt^2}$, $\frac{d^2v}{dt^2}$. Die Gröfse ζ hingegen ist bis auf Gröfsen zweiter Ordnung $-a$; λ und μ aber sind sehr kleine Gröfsen. Ferner ist U'' der scheinbaren Schwere, also bis auf Gröfsen erster Ordnung, die aber mit einem äufserst kleinen Factor multiplicirt sind, gleich g (nahezu 10 Meter). Wenn man den Krümmungshalbmesser der Erdoberfläche im Meridian R, im ersten Vertical R' setzt, so ist $U=\frac{g\xi}{R}$, $U'=\frac{gv}{R'}$, beide wegen der Gröfse von R und R' sehr kleine Gröfsen. Ordnet man nun die Gleichungen so, dafs man die Glieder erster Ordnung absondert, so ergiebt sich:

$$\left.\begin{aligned}a\frac{d^2\xi}{dt^2}=-g\xi+(a+\zeta)\frac{d^2\xi}{dt^2}-\xi\frac{d^2\zeta}{dt^2}-2\lambda\frac{dv}{dt}(\zeta\sin\beta-\xi\cos\beta)\\ +U\zeta+(g-U'')\xi+\mu\nu\left(\zeta\frac{d\xi}{dt}-\xi\frac{d\zeta}{dt}\right);\\ a\frac{d^2v}{dt^2}=-gv+(a+\zeta)\frac{d^2v}{dt^2}-v\frac{d^2\zeta}{dt^2}+2\lambda\frac{d\xi}{dt}(\zeta\sin\beta-\xi\cos\beta)\\ +U'\zeta+(g-U'')v+\mu\nu\left(\zeta\frac{dv}{dt}-v\frac{d\zeta}{dt}\right)\end{aligned}\right\}\quad(8)$$

oder:

$$\left.\begin{aligned} a\frac{d^2\xi}{dt^2} &= -g\xi + \Theta; \\ a\frac{d^2v}{dt^2} &= -gv + \Theta'; \end{aligned}\right\} (9)$$

Die Gröfsen Θ, Θ' sind von den zweiten und höheren Ordnungen. Integrirt man, ohne diese Gröfsen zu berücksichtigen, so ergiebt sich:

$$\left.\begin{aligned} \xi &= G\cos(\varkappa t) + H\sin(\varkappa t); \\ v &= G'\cos(\varkappa t) + H'\sin(\varkappa t). \end{aligned}\right\} (10)$$

G, G', H, H' bezeichnen Constanten, die von der anfänglichen Bewegung abhängen, $\varkappa$ aber ist $\sqrt{\frac{g}{a}}$.

Die Gröfsen Θ und Θ' können nur auf eben die Weise berücksichtigt werden, wie man in der Astronomie die sogenannten störenden Kräfte berücksichtigt. Man kann nämlich die Gröfsen G, G', H, H', so bestimmen, dafs die Formeln (10) für jeden Zeitpunkt den Ort und die Geschwindigkeit des Pendels angeben, wenn man die für diesen Zeitpunkt geltenden G, G', H, H' als constant annimmt. Differentiirt man diese Gleichungen, und setzt zugleich G, G', H, H' veränderlich, so ergiebt sich:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\xi}{dt} &= -\varkappa G\sin(\varkappa t) + \varkappa H\cos(\varkappa t) + \cos(\varkappa t)\frac{dG}{dt} + \sin(\varkappa t)\frac{dH}{dt}; \\ \frac{dv}{dt} &= -\varkappa G'\sin(\varkappa t) + \varkappa H'\cos(\varkappa t) + \cos(\varkappa t)\frac{dG'}{dt} + \sin(\varkappa t)\frac{dH'}{dt}. \end{aligned}\right\} (11)$$

Macht man also:

$$\left.\begin{aligned} 0 &= \cos(\varkappa t)\frac{dG}{dt} + \sin(\varkappa t)\frac{dH}{dt}; \\ 0 &= \cos(\varkappa t)\frac{dG'}{dt} + \sin(\varkappa t)\frac{dH'}{dt}. \end{aligned}\right\} (12)$$

so sind die Geschwindigkeiten nach beiden Coordinaten, durch die Formel (10) mit unveränderlichen G, G', H, H' dargestellt. Differentiirt man zum zweiten Male und berücksichtigt die Gleichung (12), so erhält man:

$$\left.\begin{aligned}\frac{d^2\xi}{dt^2} &= -\varkappa^2\xi - \varkappa\sin(\varkappa t)\frac{dG}{dt} + \varkappa\cos(\varkappa t)\frac{dH}{dt};\\ \frac{d^2v}{dt^2} &= -\varkappa^2 v - \varkappa\sin(\varkappa t)\frac{dG'}{dt} + \varkappa\cos(\varkappa t)\frac{dH'}{dt}.\end{aligned}\right\}\quad(13)$$

Also wird, wenn man mit (9) vergleicht:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\Theta}{a} &= -\varkappa\sin(\varkappa t)\frac{dG}{dt} + \varkappa\cos(\varkappa t)\frac{dH}{dt};\\ \frac{\Theta'}{a} &= -\varkappa\sin(\varkappa t)\frac{dG'}{dt} + \varkappa\cos(\varkappa t)\frac{dH'}{dt}.\end{aligned}\right\}\quad(14)$$

Aus (12) und (14) folgt:

$$\left.\begin{aligned}\frac{dG}{dt} &= -\sin(\varkappa t)\frac{\Theta}{\sqrt{ag}}; & \frac{dG'}{dt} &= -\sin(\varkappa t)\frac{\Theta'}{\sqrt{ag}};\\ \frac{dH}{dt} &= \cos(\varkappa t)\frac{\Theta}{\sqrt{ag}}. & \frac{dH'}{dt} &= \cos(\varkappa t)\frac{\Theta'}{\sqrt{ag}};\end{aligned}\right\}\quad(15)$$

Die Gleichungen (10) geben eine Ellipse, deren Lage und Gröfse durch die Gröfsen G, G', H, H' bestimmt wird. Sey die gröfste Ausweichung im Azimuthe ψ, von Süden nach Osten gezählt, und gehe das Pendel durch diesen Punkt zur Zeit T; sey ferner die Projection dieser Ausweichung E, die kleinste Ausweichung F, positiv genommen, wenn das Pendel sich von Süden nach Osten bewegt, im entgegengesetzten Falle negativ. Nimmt man nun E als die Axe der positiven x''', und die Axe der positiven y''' im Azimuthe $90^\circ + \psi$ von Süden nach Osten gerechnet; so hat man:

$$\left.\begin{aligned}x''' &= E\cos\varkappa(t-T) = E\cos(\varkappa T)\cos(\varkappa t) + E\sin(\varkappa T)\sin(\varkappa t);\\ y''' &= F\sin\varkappa(t-T) = -F\sin(\varkappa T)\cos(\varkappa t) + F\cos(\varkappa T)\sin(\varkappa i).\end{aligned}\right\}\quad(16)$$

Da $\xi = x'''\cos\psi - y'''\sin\psi$; $v = x'''\sin\psi + y'''\cos\psi$; so folgt mit (10) verglichen:

$$\left.\begin{aligned}G &= E\cos\psi\cos(\varkappa T) + F\sin\psi\sin(\varkappa T);\\ H &= E\cos\psi\sin(\varkappa T) - F\sin\psi\cos(\varkappa T);\\ G' &= E\sin\psi\cos(\varkappa T) - F\cos\psi\sin(\varkappa T);\\ H' &= E\sin\psi\sin(\varkappa T) + F\cos\psi\cos(\varkappa T).\end{aligned}\right\}\quad(17)$$

Differentiirt man diese Gleichungen, so ergiebt sich:
(18)

$$\frac{dG}{dt}=\cos\psi\cos(\varkappa T)\frac{dE}{dt}+\sin\psi\sin(\varkappa T)\frac{dF}{dt}$$
$$+[-E\sin\psi\cos(\varkappa T)+F\cos\psi\sin(\varkappa T)]\frac{d\psi}{dt}$$
$$+[-E\cos\psi\sin(\varkappa T)+F\sin\psi\cos(\varkappa T)]\frac{\varkappa.dt}{dt};$$
$$\frac{dH}{dt}=\cos\psi\sin(\varkappa T)\frac{dE}{dt}-\sin\psi\cos(\varkappa T)\frac{dF}{dt}$$
$$+[-E\sin\psi\sin(\varkappa T)-F\cos\psi\cos(\varkappa T)\frac{d\psi}{dt}$$
$$+[E\cos\psi\cos(\varkappa T)+F\sin\psi\sin(\varkappa T)]\frac{\varkappa.dT}{dt};$$
$$\frac{dG'}{dt}=\sin\psi\cos(\varkappa T)\frac{dE}{dt}-\cos\psi\sin(\varkappa T)\frac{dF}{dt}$$
$$+[E\cos\psi\cos(\varkappa T)+F\sin\psi\sin(\varkappa T)]\frac{d\psi}{dt}$$
$$+[-E\sin\psi\sin(\varkappa T)-F\cos\psi\cos(\varkappa T)]\frac{\varkappa.dT}{dt};$$
$$\frac{dH'}{dt}=\sin\psi\sin(\varkappa T)\frac{dE}{dt}+\cos\psi\cos(\varkappa T)\frac{dF}{dt}$$
$$+[E\cos\psi\sin(\varkappa T)-F\sin\psi\cos(\varkappa T)]\frac{d\psi}{dt}$$
$$+[E\sin\psi\cos(\varkappa T)-F\cos\psi\sin(\varkappa T)]\frac{\varkappa.dT}{dt}.$$

Am passendsten scheint es mir die Aenderung der Constanten E, F, ψ und T für eine Schwingung zu berechnen weil auf diese Weise die periodischen Functionen verschwinden, und das Resultat am einfachsten wird; die Dauer der Schwingung wird $2\pi\sqrt{\frac{a}{g}}-\int dT$. Man kann zu dem Ende $T=0$ setzen, wodurch sich ergiebt:

$$G=E\cos\psi,\quad H=-F\sin\psi,\quad G'=E\sin\psi,\quad H'=F\cos\psi. \qquad (19)$$

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dG}{dt}&=\cos\psi\frac{dE}{dt}-E\sin\psi\frac{d\psi}{dt}+F\sin\psi\frac{\varkappa.dT}{dt};\\
\frac{dH}{dt}&=-\sin\psi\frac{dF}{dt}-F\cos\psi\frac{d\psi}{dt}+E\cos\psi\frac{\varkappa.dT}{dt};\\
\frac{dG'}{dt}&=\sin\psi\frac{dE}{dt}+E\cos\psi\frac{d\psi}{dt}-F\cos\psi\frac{\varkappa.dT}{dt};\\
\frac{dH'}{dt}&=\cos\psi\frac{dF}{dt}-F\sin\psi\frac{d\psi}{dt}+E\sin\psi\frac{\varkappa.dT}{dt};
\end{aligned}\right\}\qquad(20)$$

Hieraus ergiebt sich sogleich:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dE}{dt} &= \cos\psi\frac{dG}{dt} + \sin\psi\frac{dG'}{dt};\\
\frac{dF}{dt} &= -\sin\psi\frac{dH}{dt} + \cos\psi\frac{dH'}{dt};\\
E\frac{d\psi}{dt} - \varkappa F\frac{dT}{dt} &= -\sin\psi\frac{dG}{dt} + \cos\psi\frac{dG'}{dt};\\
F\frac{d\psi}{dt} - \varkappa E\frac{dT}{dt} &= -\cos\psi\frac{dH}{dt} - \sin\psi\frac{dH'}{dt};
\end{aligned}\right\}\quad(21)$$

Es sey also: $\int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}{}^{*)} \frac{dG}{dt}.dt = \varDelta G$ und ebenso $\varDelta H$, $\varDelta G'$, $\varDelta H'$.

Um die Veränderungen von E, F, ψ, T während einer Schwingung zu bestimmen, die ich mit $\varDelta E$, $\varDelta F$, $\varDelta\psi$, $\varDelta T$ bezeichnen werde, kann man in den Gleichungen (21) ψ constant annehmen, wodurch nur Glieder von der zweiten Ordnung vernachlässigt werden; man erhält dadurch:

$$\left.\begin{aligned}
\varDelta E &= \cos\psi\varDelta G + \sin\psi\varDelta G';\\
\varDelta F &= -\sin\psi\varDelta H + \cos\psi\varDelta H';\\
E\varDelta\psi - \varkappa F\varDelta T &= -\sin\psi\varDelta G + \cos\psi\varDelta G';\\
F\varDelta\psi - \varkappa E\varDelta T &= -\cos\psi\varDelta H - \sin\psi\varDelta H'.
\end{aligned}\right\}\quad(22)$$

3) Die Veränderung der Ellipse entsteht aus vier verschiedenen Ursachen: 1) aus den Gliedern, die von der Kugelgestalt herrühren, auf deren Oberfläche der Punkt sich bewegt; 2) aus den Gliedern, die von der Umdrehung der Erde herrühren, und die mit λ multiplicirt sind; 3) aus den Gliedern, die von der Gestalt der Erde herrühren, die mit U, U', $(U''-g)$ multiplicirt sind; und endlich 4) aus den Gliedern, die von dem Widerstande der Luft herrühren, und mit μ multiplicirt sind. Ich werde, um die Uebersicht zu erleichtern, die verschiedenen Glieder einzeln entwickeln.

I. Die von der Gestalt der Kugelfläche, auf der der Punkt sich bewegt, abhängigen Glieder.

Es ist, wenn man blofs auf diese Glieder Rücksicht nimmt, nach (8):

*) π bedeutet den halben Kreisumfang für den Halbmesser $= 1$.

$$\Theta=(a+\zeta)\frac{d^2\xi}{dt^2}-\xi\frac{d^2\zeta}{dt^2};$$

$$\Theta'=(a+\zeta)\frac{d^2v}{dt^2}-v\frac{d^2\zeta}{dt}.$$

Ferner

$\zeta^2=a^2-x'''^2-y'''^2=a^2-E^2\cos(\varkappa t)^2-F^2\sin(\varkappa t)^2$ etc.;

wenn man, wie erwähnt, $T=0$ setzt, also

$$\zeta=-a+\tfrac{1}{2}\frac{E^2}{a}\cos(\varkappa t)^2+\tfrac{1}{2}\frac{F^2}{a}\sin(\varkappa t)^2;$$

$$\frac{d\zeta}{dt}=\left(-\frac{E^2}{a}+\frac{F^2}{a}\right)\varkappa\sin(\varkappa t)\cos(\varkappa t),$$

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2}=\varkappa^2\left(\frac{F^2-E^2}{a}\right)[\cos(\varkappa t)^2-\sin(\varkappa t)^2].$$

Also, wenn man E, F, G, H als constant annimmt, wodurch blofs Gröfsen von der zweiten Ordnung in Beziehung auf Θ, Θ', vernachlässigt werden:

$$\frac{dG}{dt}=\frac{\varkappa^2\sin(\varkappa t)}{2\sqrt{ag}}\left[\frac{E^2}{a}\cos(\varkappa t)^2+\frac{F^2}{a}\sin(\varkappa t)^2\right][G\cos(\varkappa t)+H\sin(\varkappa t)]$$

$$=\frac{\varkappa^2(F^2-E^2)}{a}[\cos(\varkappa t)^2-\sin(\varkappa t)^2][G\cos(\varkappa t)+H\sin(\varkappa t)]\frac{\sin(\varkappa t)}{\sqrt{ag}};$$

$$\frac{dH}{dt}=-\frac{\varkappa^2\cos(\varkappa t)}{2\sqrt{ag}}\left[\frac{E^2}{a}\cos(\varkappa t)^2+\frac{F^2}{a}\sin(\varkappa t)^2\right][G\cos(\varkappa t)+H\sin(\varkappa t)]$$

$$-\frac{\varkappa^2\cos(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\cdot\frac{F^2-E^2}{a}[\cos(\varkappa t)^2-\sin(\varkappa t)^2][G\cos(\varkappa t)+H\sin(\varkappa t)];$$

$$\frac{dG'}{dt}=\frac{\varkappa^2\sin(\varkappa t)}{2\sqrt{ag}}\left[\frac{E^2}{a}\cos(\varkappa t)^2+\frac{F^2}{a}\sin(\varkappa t)^2\right][G'\cos(\varkappa t)+H'\sin(\varkappa t)]$$

$$+\frac{\varkappa^2\sin(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\cdot\frac{F^2-E^2}{a}[\cos(\varkappa t)^2-\sin(\varkappa t)^2][G'\cos(\varkappa t)+H'\sin(\varkappa t)];$$

$$\frac{dH'}{dt}=-\frac{\varkappa^2\cos(\varkappa t)}{2\sqrt{ag}}\left[\frac{E^2}{a}\cos(\varkappa t)^2+\frac{F^2}{a}\sin(\varkappa t)^2\right][G'\cos(\varkappa t)+H'\sin(\varkappa t)]$$

$$-\frac{\varkappa^2\cos(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\cdot\frac{F^2-E^2}{a}[\cos(\varkappa t)^2-\sin(\varkappa t)^2][G'\cos(\varkappa t)+H'\sin(\varkappa t)].$$

Es ist

$$\int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\sin(\varkappa t)^4\,dt=\int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\sin(\varkappa t)^4\,dt=\frac{3\pi}{4\varkappa}$$

$$\int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\sin(\varkappa t)^3\cos(\varkappa t)\,dt=\int_0^{\frac{2\varkappa}{\varkappa}}\sin(\varkappa t)\cos(\varkappa t)^3\,dt=0$$

$$\int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\sin(\varkappa)^2\cos(\varkappa t)^2\,dt=\frac{\pi}{4\varkappa}.$$

Hinfolglich:

$$\varDelta G = \frac{\pi H}{8a^2}(5E^2 - F^2);\quad \varDelta H = \frac{\pi G}{8a^2}(E^2 - 5F^2);$$

$$\varDelta G' = \frac{\pi H'}{8a^2}(5E^2 - F^2);\quad \varDelta H' = \frac{\pi G'}{8a^2}(E^2 - 5F^2).$$

Hieraus folgt durch Hülfe von (22) und (19);

$$\varDelta E = \varDelta F = 0$$

$$E\varDelta\psi - \varkappa F\varDelta T = \frac{\pi F}{8a^2}(5E^2 - F^2);$$

$$F\varDelta\psi - \varkappa E\varDelta T = -\frac{\pi E}{8a^2}(E^2 - 5F^2).$$

Aus den beiden letztern findet sich:

$$\left.\begin{aligned}\varDelta\psi &= \frac{3\pi EF}{4a^2}\\ \varDelta T &= \frac{\pi(E^2+F^2)}{8a^2\varkappa}\end{aligned}\right\}\quad (23)$$

II. Die von der Umdrehung der Erde abhängigen Glieder.

In Beziehung auf diese ist:

$$\Theta = -2\lambda\frac{dv}{dt}(\zeta\sin\beta - \xi\cos\beta);$$

$$\Theta' = 2\lambda\frac{d\xi}{dt}(\zeta\sin\beta - \xi\cos\beta).$$

Man kann die Gröfsen ξ als von erster Ordnung in Beziehung auf ζ vernachlässigen; ihr Einflufs würde übrigens, wenn sie berücksichtigt würde, sich als verschwindend ergeben, da

$$\int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\cos(\varkappa t)^3\,dt = \int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\cos(\varkappa t)^2\sin(\varkappa t)\,dt = \int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\cos(\varkappa t)\sin(\varkappa t)^2\,dt$$

$= \int_0^{\frac{2\pi}{\varkappa}}\sin(\varkappa t)^3\,dt = 0$. Es ist $\zeta = -a$, also:

$$\frac{dG}{dt} = -\frac{2a\lambda\varkappa\sin\beta}{\sqrt{ag}}\sin(\varkappa t)[-G'\sin(\varkappa t) + H'\cos(\varkappa t)];$$

$$\frac{dH}{dt} = \frac{2a\lambda\varkappa\sin\beta}{\sqrt{ag}}\cos(\varkappa t)[-G'\sin(\varkappa t) + H'\cos(\varkappa t)];$$

$$\frac{dG'}{dt} = \frac{2a\lambda\varkappa\sin\beta}{\sqrt{ag}}\sin(\varkappa t)[-G\sin(\varkappa t)+H\cos(\varkappa t)];$$
$$\frac{dH'}{dt} = -\frac{2a\lambda\varkappa\sin\beta}{\sqrt{ag}}\cos(\varkappa t)[-G\sin(\varkappa t)+H\cos(\varkappa t)].$$

Demnach:

$$\varDelta G = \frac{2a\lambda\pi\sin\beta G'}{\sqrt{ag}}; \quad \varDelta H = \frac{2a\lambda\pi\sin\beta H'}{\sqrt{ag}};$$
$$\varDelta G' = -\frac{2a\lambda\pi\sin\beta G}{\sqrt{ag}}; \quad \varDelta H' = -\frac{2a\lambda\pi\sin\beta H}{\sqrt{ag}}.$$

Mittelst der Formeln (22) findet sich also:

$$\varDelta E = \varDelta F = 0.$$
$$E\varDelta\psi - \varkappa F\varDelta T = -\frac{2a\lambda\pi\sin\beta E}{\sqrt{ag}};$$
$$F\varDelta\psi - \varkappa E\varDelta T = -\frac{2a\lambda\pi\sin\beta F}{\sqrt{ag}};$$

also

$$\left.\begin{aligned} \varDelta\psi &= -2\lambda\pi\sin\beta\sqrt{\frac{a}{g}} \\ \varDelta T &= 0 \end{aligned}\right\} \quad (24)$$

Für die Zeit einer Schwingung ist $\varDelta\Theta = 2\lambda\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$. *Es bewegt sich also die Ebene der Pendelschwingung, oder der Ort, wo die gröfste Elongation stattfindet, von Süden nach Westen mit einer in jedem Azimuthe gleichen Geschwindigkeit, die sich zur Geschwindigkeit der Umdrehung der Erde verhält wie der Sinus der geographischen Breite zur Einheit.*

III. Die von der Gestalt der Niveaufläche der Erde abhängigen Glieder.

Man kann die von $U''-g$ abhängigen Glieder vernachlässigen, aus demselben Grunde, wie die im vorigen Abschnitte von ξ abhängigen Glieder vernachlässigt sind. Es wird also:

$$\Theta = \frac{g\xi\zeta}{R}, \quad \Theta' = \frac{g\nu\zeta}{R'}.$$

Demnach:

$$\frac{dG}{dt} = \frac{ga\sin(\varkappa t)}{R\sqrt{ag}}[G\cos(\varkappa t)+H\sin(\varkappa t)];$$
$$\frac{dH}{dt} = -\frac{ga\cos(\varkappa t)}{R\sqrt{ag}}[G\cos(\varkappa t)+H\sin(\varkappa t)];$$
$$\frac{dG'}{dt} = \frac{ag\sin(\varkappa t)}{R'\sqrt{ag}}[G'\cos(\varkappa t)+H'\sin(\varkappa t)];$$
$$\frac{dH'}{dt} = -\frac{ag\cos(\varkappa t)}{R'\sqrt{ag}}[G'\cos(\varkappa t)+H'\sin(\varkappa t)].$$

also durch die Gleichungen (22)

$$\varDelta G = \frac{\pi a H}{R}; \quad \varDelta H = -\frac{\pi a G}{R};$$
$$\varDelta G' = \frac{\pi a H'}{R'}; \quad \varDelta H' = -\frac{\pi a G'}{R'}.$$

$$\left.\begin{aligned}
&\varDelta E = \pi a F \sin\psi\cos\psi\left(\frac{1}{R'}-\frac{1}{R}\right);\\
&\varDelta F = \pi a E \sin\psi\cos\psi\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R'}\right);\\
&E\varDelta\psi - \varkappa F\varDelta T = \pi a F\left(\frac{\sin\psi^2}{R}+\frac{\cos\psi^2}{R'}\right);\\
&F\varDelta\psi - \varkappa E\varDelta T = \pi a E\left(\frac{\cos\psi^2}{R}+\frac{\sin\psi^2}{R'}\right);\\
&\text{also:}\quad \varDelta\psi = \frac{\pi a E F\cos 2\psi}{EE-FF}\left(\frac{1}{R'}-\frac{1}{R}\right);\\
&\varDelta T = -\frac{\pi a}{\varkappa R}.
\end{aligned}\right\}\quad(25)$$

Es seyen die Axen des Umdrehungssphäroids, die des Aequators K, die Umdrehungsaxe $K\,(1-\varepsilon)$, so dafs ε die Abplattung ist. Man hat also:

$$x^2+y^2+\frac{z^2}{(1-\varepsilon)^2}=k^2;$$

wenn die Axe der x im Aequator und im Meridiane des Pendels ist, die Axe der y senkrecht darauf und ebenfalls im Aequator, die Axe der z aber nach dem Nordpole gerichtet ist. Anfangspunkt der Coordinaten im Mittelpunkte der Erde. Es sey die Axe der x_1 in einer durch den Mittelpunkt der Erde gehenden mit dem Horizonte des Orts, dessen Breite β parallelen Ebene nach Süden gerichtet;

die Axe der y_1 nach Osten, die der z_1 nach dem Zenith gerichtet. Man hat also:

$$x = x_1 \sin\beta + z_1 \cos\beta;$$
$$z = -x_1 \cos\beta + z_1 \sin\beta.$$

Hinfolglich, wenn man blofs die erste Potenz von ε berücksichtigt: (26)

$$x_1^2 + z_1^2 + y^2 + 2\varepsilon(x_1^2 \cos\beta^2 - 2x_1 z_1 \sin\beta\cos\beta + z_1^2 \sin\beta^2) = k^2.$$

Im Meridian, wo $y=0$ ist, hat man

$$x_1^2(1+2\varepsilon\cos\beta^2) - 4\varepsilon x_1 z_1 \sin\beta\cos\beta + z_1^2(1+2\varepsilon\sin\beta^2) - k^2 = 0,$$

also

$$x_1 = 2\varepsilon z_1 \sin\beta\cos\beta \pm \frac{\sqrt{(k^2-(1+2\varepsilon\sin\beta^2)z_1^2)}}{1+\varepsilon\cos\beta^2}.$$

Der gröfste Werth von z_1 ist da, wo der Horizont die Erde berührt, für welchen Punkt offenbar:

$$z_1 = k(1-\varepsilon\sin\beta^2);$$
$$x_1 = 2\varepsilon k \sin\beta\cos\beta.$$

Seyen also x_2, z_2 die Coordinaten an der Oberfläche der Erde, so wird

$$z_1 = z_2 + k(1-\varepsilon\sin\beta_2);$$
$$x_1 = x_2 + 2\varepsilon\sin\beta\cos\beta.$$

Substituirt man diese Werthe in der Gleichung (26), so folgt:

$$(1+2\varepsilon\cos\beta^2)x_2^2 - 4\varepsilon x_2 z_2 \sin\beta\cos\beta + z_2^2(1+2\varepsilon\sin\beta^2)$$
$$+2k(1+\varepsilon\sin\beta^2)z_2 + y^2 = 0.$$

Da x_2 und y in der Nähe des Berührungspunktes des Horizonts mit der Oberfläche als Gröfsen erster Ordnung betrachtet werden; so wird z_2 von zweiter Ordnung: man kann daher $x_2 z_2$ als von dritter Ordnung, und z_2^2 als von vierter Ordnung vernachlässigen, und erhält so im Meridiane, wo $y=0$, für die Durchschnittscurve des Meridians mit der Erde:

$$x_2^2 + 2k[1+\varepsilon(\sin\beta^2 - 2\cos\beta^2)]z_2 = 0$$

und für den Durchschnitt des ersten Verticals, wo $x=0$:

$$y^2 + 2k(1+\varepsilon\sin\beta^2)z^2 = 0.$$

Es folgt hieraus unmittelbar:

$$R = k[1 + \varepsilon(\sin\beta^2 - 2\cos\beta^2)],\ \ R' = k(1 + \varepsilon\sin\beta^2);$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{k}[1 + \varepsilon(2\cos\beta^2 - \sin\beta^2)],\ \ \frac{1}{R'} = \frac{1}{k}(1 - \varepsilon\sin\beta^2).$$

Hinfolglich:

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R'} = \frac{2\varepsilon\cos\beta^2}{k} \quad (27).$$

Die Gleichungen (25) verwandeln sich hierdurch in folgende:

$$\left.\begin{aligned} \varDelta E &= -2\pi\varepsilon a F\cos\beta^2\sin\psi\cos\psi\frac{1}{k};\\ \varDelta F &= 2\pi\varepsilon a E\cos\beta^2\sin\psi\cos\psi\frac{1}{k};\\ \varDelta\psi &= -\frac{2\pi\varepsilon a E F\cos\beta^2\cos 2\psi}{(EE - FF)k}; \end{aligned}\right\} (28)$$

VI. **Die vom Widerstande der Luft abhängigen Glieder.**

Hier wird:

$$\Theta = \mu\nu\left(\zeta\frac{d\xi}{dt} - \xi\frac{d\zeta}{dt}\right);$$

$$\Theta = \mu\nu\left(\zeta\frac{dv}{dt} - v\frac{d\zeta}{dt}\right).$$

Man kann in der Bestimmung von ν, $d\zeta$ als von zweiter Ordnung vernachlässigen, und man hat:

$$\nu^2 = \frac{dx'''^2}{dt^2} + \frac{dy'''^2}{dt^2} = \varkappa^2[E^2\sin(\varkappa t)^2 + F^2\cos(\varkappa t)^2].$$

Eben so kann man in Θ und Θ' die Gröfse $\frac{d\zeta}{dt}$ vernachlässigen und $\zeta = -a$ setzen. Sonach ergiebt sich:

$$\frac{dG}{dt} = \frac{\mu a\varkappa^2\sin(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\sqrt{[E^2 s(\varkappa t)^2 + F^2 c(\varkappa t)^2]}[-G s(\varkappa t) + H c(\varkappa t)];$$

$$\frac{dH}{dt} = -\frac{\mu a\varkappa^2\cos(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\sqrt{[E^2 s(\varkappa t)^2 + F^2 c(\varkappa t)^2]}[-G s(\varkappa t) + H c(\varkappa t)];$$

$$\frac{dG'}{dt} = \frac{\mu a\varkappa^2\sin(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\sqrt{[E^2 s(\varkappa t)^2 + F^2 c(\varkappa t)^2]}[-G' s(\varkappa t) + H' c(\varkappa t)];$$

$$\frac{dH'}{dt} = -\frac{\mu a\varkappa^2\cos(\varkappa t)}{\sqrt{ag}}\sqrt{[E^2 s(\varkappa t)^2 + F^2 c(\varkappa t)^2]}[-G' s(\varkappa t) + H' c(\varkappa t)].$$

Es sey

$$\int_0^{2\pi} du \sin u^2 \sqrt{(E^2 \sin u^2 + F^2 \cos u^2)} = M,$$

$$\int_0^{2\pi} du \cos u^2 \sqrt{(E^2 \sin u^2 + F^2 \cos u^2)} = N;$$

so wird:

$$\Delta G = -\mu M G; \quad \Delta G' = -\mu M G';$$
$$\Delta H = -\mu N H; \quad \Delta H' = -\mu N H'.$$

also:

$$\left.\begin{array}{ll} \Delta E = -\mu M E; & \Delta F = -\mu N F; \\ \Delta \psi = \quad 0 \quad ; & \Delta T = \quad 0 \end{array}\right\} (29)$$

Hätte man den Widerstand der Luft der einfachen Geschwindigkeit proportionirt gesetzt, so würde statt M und N die gleiche Gröfse π gesetzt, und also E und F im gleichen Verhältnisse abnehmen.

4) Die bisherige Untersuchung zeigt, dafs die Umdrehung der Erde blofs das Azimuth der gröfsten oder kleinsten Ausweichung verändert. Die von der sphäroidischen Gestalt der Erde abhängigen Veränderungen desselben Elements können als verschwindend betrachtet werden, eben so die Veränderungen der gröfsten und kleinsten Distanz aus derselben Ursache. Der Widerstand der Luft äufsert auf die Azimuthalbewegung der gröfsten Ausweichung keinen Einflufs, er verkleinert nur diese Ausweichung selbst. Es bleibt also nur die Gestalt der Kugelfläche, auf der das Pendel sich bewegt, die in der von der Umdrehung der Erde bewirkten Azimuthaldrehung des Punktes der gröfsten Ausweichung eine Aenderung bewirken kann. Es wird nach (23) diese Wirkung um so gröfser, je gröfser F ist, oder je mehr der Kegelmantel den der Faden, an dem das Pendel hängt, beschreibt, sich öffnet. Könnte man beim Loslassen des Pendels jede Seitenbewegung vermeiden, so würde, mit Vermeidung jedes Luftzugs, jedes Pendel die Erscheinung zeigen. Da diese aber unnöthig ist, so müssen die Dimensionen so grofs genommen werden, dafs die

etwanigen kleinsten Ausweichungen kleiner sind, als dafs sie die Wirkung der Umdrehung der Erde aufheben könnten. Bei Foucaults letztem Versuche in der Kuppel des Pantheons war $a=67$ Meter, $E=3$ Meter, und es erforderte nach (23) eine kleinste Ausweichung von beiläufig 0,7 Meter um in dem Falle, dafs das Pendel sich im Mantel in der Richtung von Süd nach Ost bewegte, die von der Umdrehung der Erde herrührende Aenderung des Azimuths der gröfsten Ausweichung aufzuheben; oder bei einer Schwingung in entgegengesetzter Richtung zu verdoppeln. Bei der sorglosesten Behandlung konnte ein solcher Seitenschwung nicht entstehen, und da überdiefs das Pendel eine bedeutende Schwere hatte, also von schwachen, durch die Bewegungen der Zuschauer hervorgebrachten Luftströmungen wenig afficirt wurde; so mufsten diese Versuche sämmtlich gelingen. Bei einer Länge des Pendels von 20 Fufs hingegen, und einer gröfsten Elongation von 1 Fufs würde eine kleinste Ausweichung von 10 Linien hinreichen, um den Effect der Axendrehung der Erde aufzuheben, oder zu verdoppeln. Kann man also die Schwingungen so einrichten, dafs blofs 1 oder 2 Linien gröfste Elongation ist, so wird schon in einer guten Viertelstunde die Drehung ziemlich merklich. Um alle Zweifel zu heben, kann man jedenfalls das Pendel nach beiden Richtungen schwingen lassen, die kleinsten Ausweichungen beobachten, und so durch Einschalten die Azimuthalbewegung des Pendels der gröfsten Ausweichung in dem Falle, dafs das Pendel in einer Ebene schwingt, bestimmen.

5) Schliefslich füge ich noch eine Bemerkung hinzu über den Einflufs der sphäroidischen Gestalt der Erde auf die horizontale Bewegung zweier Punkte, die an den beiden Enden einer horizontalen geometrischen Linie befestigt sind, deren Mitte unterstützt ist. Man nimmt gewöhnlich an, dafs ein solches Punktenpaar in jedem Azimuthe in Gleichgewicht sey; welches jedoch keineswegs der Fall ist. Denn es sey die Entfernung des einen Punkts vom Drehungsmittelpunkte der Linie f, das Azimuth der Richtung der Linie

ψ; so ist auf den Drehungspunkt bezogen: $\xi = f\cos\psi$; $v = f\sin\psi$. Also ist, wenn man die Lothlinie am Drehungsmittelpunkte als Axe der z annimmt, die Kraft, die den Punkt nach der Axe der x mehr nach Süden treibt, nach 2:

$$X = -\frac{gf\cos\psi}{R}; \quad \text{nach Osten } Y = -\frac{gf\sin\psi}{R'}.$$

Zerlegt man diese Kräfte nach den Richtungen x' parallel mit der Linie f, und y' senkrecht darauf in der Richtung, in der das Azimuth vergröfsert wird; so folgt für diese beiden Kräfte:

$$X' = -gf\left[\frac{\cos\psi^2}{R} + \frac{\sin\psi^2}{R'}\right]; \quad Y' = gf\sin\psi\cos\psi\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'}\right).$$

Für den am andern Ende der Linie angebrachten körperlichen Punkt sind die beiden Kräfte dieselben; jedoch heben sich die X', da sie einander entgegengesetzt wirken, auf; die Y' hingegen streben ihre resp. Punkte nach derselben Richtung zu drehen. Es ist also hinreichend, die Bewegung eines dieser Punkte zu bestimmen. Es sey $s = f\psi$ der vom Punkte beschriebene Weg; so ist:

$$f\frac{d^2\psi}{dt^2} = gf\sin\psi\cos\psi\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'}\right) = \frac{2\varepsilon\cos\beta^2 gf\sin\psi\cos\psi}{k}$$

nach (27), also

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} = \frac{2\varepsilon g\cos\beta^2\sin\psi\cos\psi}{k}.$$

Im ersten Quadranten zwischen Süd und Ost strebt also der Punkt sich nach Osten zu bewegen; im zweiten Quadranten zwischen Ost und Nord aber sich zurück nach Osten zu bewegen. Es ist also die Lage des stabilen Gleichgewichts in der Richtung von Ost nach West. Entfernt man die Linie aus dieser Lage um einen kleinen Winkel φ, oder setzt $\psi = 90^\circ + \varphi$; so wird, wenn man die höhern Potenzen von φ vernachlässigt:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{2\varepsilon g\cos\beta^2}{k}\varphi.$$

Demnach, wenn man

$$\sqrt{\frac{2\varepsilon g}{k}}\,.\cos\beta = \mu \text{ setzt:}$$

$$\varphi = M\sin(\mu t + C),$$

wo M und C Constanten sind. Es erfolgt also eine Schwingung in der Zeit

$$\frac{\pi}{\mu} = \frac{\pi}{\cos\beta}\sqrt{\frac{k}{2\varepsilon g}}, \quad \text{oder } \frac{86400\,.\cos\beta}{\pi}\sqrt{\frac{2\varepsilon g}{k}} = 2{,}7\cos\beta$$

Schwingungen in einem Tage.

Diese Anzahl ist von der Entfernung des Punkts vom festen Punkte unabhängig, demnach auch ein dünner Stab von beliebiger Länge, der horizontal an einem torsionslosen Faden aufgehangen wäre, dieselbe Anzahl Schwingungen in einem Tage machen würde. Es scheint nicht ganz unmöglich zu seyn, diese Gröfse unter dem Aequator merklich zu machen. Gesetzt, man hätte einen mit einem Spiegel am Ende versehenen Stab unter einer luftleeren Glasglocke, und der auf ähnliche Weise wie die Gauss'schen Magnetometer das Bild einer Scale in ein Fernrohr würfe. Wenn dieser Apparat blofs vermöge der Torsion des Fadens, an dem er aufgehangen wäre, eine Oscillation in 2 Stunden machte, so wäre die Torsion 144, wenn man die Kraft zur Einheit nimmt, die eine Oscillation in 24 Stunden hervorbringt. Die von der sphäroidischen Gestalt der Erde herrührende Kraft wäre etwa +7,8 im ersten Vertical, und — 7,8 im Meridian, also die ganze Kraft 151,8 im ersten, 136,2 im zweiten Falle; oder die Zeit einer Schwingung im ersten Vertikal $1^h\,56'\,52''$, im Meridian $2^h\,3'\,23''$. In der Zeit von $6'\,31''$ veränderte sich aber das Bild der Scale etwa um $100'$ im Fernrohre, wenn die Schwingungsweiten auf jeder Seite blofs 5^0 wären.

III. *Ueber das allgemeine Gesetz der Dichtigkeit bei gesättigten Dämpfen.*

In den *Philosoph. Transactions f.* 1852 *pt. I.* giebt Hr. J. J. Waterson, gegründet auf theoretische Betrachtungen, nachstehende Formeln für die Dichtigkeit Δ und die Spannung p gesättigter Dämpfe:

$$\Delta = \left(\frac{\sqrt{t} - g}{h}\right)^6 = \frac{p}{t}$$

$$p = t\left(\frac{\sqrt{t} - g}{h}\right)^6$$

t ist die Temperatur, in Fahrenheit'schen Graden, gezählt vom sogenannten absoluten Nullpunkt, den Hr. W. nach den Bestimmungen von Rudberg, Magnus und Regnault, auf — 461° F. oder — 273°,89 C. verlegt, g und h sind Constanten, abgeleitet aus den Beobachtungen von zwei zusammengehörigen Werthen Δ' und Δ'' der Dichte und t' und t'' der in angegebener Weise genommenen Temperatur, und zwar mittelst der Formeln:

$$g = \sqrt{t'} - h\sqrt[6]{\Delta'}$$

$$h = \left\{\frac{\sqrt{t''} - \sqrt{t'}}{\sqrt[6]{\Delta''} - \sqrt[6]{\Delta'}}\right\}$$

Als numerische Werthe derselben, nach den von verschiedenen Beobachtern gemessenen Dampfspannungen, giebt Hr. W. folgende:

Dampf.	Beobachter.	g.	h.
Quecksilber	Avogadro	22,606	20,00
Wasser	Französ. Akademie u. Southern	19,492	10,830
Alkohol, Sp. Gew. 0,813	Ure	19,287	9,800
Schwefelkohlenstoff	Marx	16,254	12,76
Schwefeläther	Dalton	16,860	10,990
Schweflige Säure	Faraday	14,667	11,194

Dampf.	Beobachter.	g.	h.
Cyan	Faraday	13,846	11,542
Ammoniak	do.	13,317	11,050
Arsenwasserstoff	do.	12,929	10,264
Schwefelwasserstoff	do.	12,957	9,878
Chlorwasserstoff	do.	12,060	9,413
Kohlensäure	do.	11,997	8,857
Salpetergas	do.	8,936	11,604
Oelbildendes Gas	do.	10,352	10,152

Hr. W. giebt auch, nach Despretz's Beobachtungen, eine Formel für die Volume des flüssigen Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nämlich folgende

$$a(v-\vartheta)=(\sqrt{t}-\varphi)^2$$

Das Volum v bei irgend einer in angegebener Weise gezählten Temperatur t bezieht sich auf das bei 39°,2F. oder 4° C. (dem Punkt der gröfsten Dichtigkeit) als Einheit genommene. Die übrigen Gröfsen sind constant und haben folgende Werthe:

$$a=352{,}38;\quad \vartheta=0{,}99872;\quad \varphi=21{,}977.$$

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Grünstr. 18.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.
Bd. IV. ERGÄNZUNG. St. 2.

I. *Ueber die Veränderung der Brechbarkeit des Lichts; von* G. G. Stokes;

Lucasian-Professor der Mathematik an der Universität zu Cambridge.

(*Phil. Transact. f.* 1852. *pt.* II. *p.* 463. — Ein Auszug von dieser wichtigen Arbeit wurde bereits in d. Ann. Bd. 87, S. 480 gegeben).

1. Die folgenden Untersuchungen entsprangen aus Betrachtung der sehr merkwürdigen Erscheinung, welche Sir John Herschel an einer Lösung von schwefelsaurem Chinin entdeckt und in den *Philosophical Transactions* beschrieben hat, in zwei Aufsätzen betitelt: *On a Case of Superficial Colours presented by a Homogeneous Liquid internally colourless,* und *On the Epipolic Dispersion of Light.* Die Chininlösung, obwohl vollkommen durchsichtig und farblos, wie Wasser erscheinend, wenn sie im durchgelassenen Licht betrachtet wurde, zeigte dennoch in gewissen Aspecten und unter gewissen Incidenzen des Lichts eine schön himmelblaue Farbe. Es erhellt aus den Versuchen des Sir John Herschel, dafs die blaue Farbe nur herkommt aus einer Schicht der Flüssigkeit von kleiner, aber endlicher Dicke, dicht an der Oberfläche, durch welche das Licht eintritt. Nach dem Durchgange durch diese Schicht hat das einfallende Licht, obwohl nicht merklich geschwächt oder gefärbt, das Vermögen zur Hervorbringung desselben Effects verloren, und kann daher als in dieser oder jener Weise qualitativ verschieden von dem ursprünglichen Lichte betrachtet werden. Die an der Oberfläche dieser Flüssigkeit stattfindende Dispersion wird vom Sir John Herschel *epipolisch* genannt, und *epipolisirt* nennt er ein Lichtbündel, welches durch eine Chininlösung gegangen und dadurch unfähig geworden ist, ferner eine

epipolische Dispersion zu erleiden. In einem Versuch, in welchem Sonnenlicht angewandt wurde, war ein schwacher blauer Schein bis zu einem Abstand von fast einem halben Zoll von der Oberfläche zu bemerken. Was das dispergirte Licht selbst betrifft, so fand sich dasselbe, bei Zerlegung durch ein Prisma, als bestehend aus Strahlen, die sich über eine grofse Strecke von Brechbarkeit ausdehnten. Das weniger brechbare Ende des Spectrums fehlte indefs. Bei Analyse durch einen Turmalin zeigte es keine Anzeige von Polarisation. Ein specieller Versuch zeigte, dafs das dispergirte Licht zu einer ferneren Dispersion vielleicht unfähig, jedenfalls nicht besonders geeignet war.

2. In einem Aufsatz: *On the Decomposition and Dispersion of Light within Solid and Fluid Bodies,* der 1846 vor der K. Gesellschaft von Edinburgh gelesen und im 16ten Bande ihrer Transactions, sowie im *Philosophical Magazine,* Juni 1848, gedruckt worden ist, erwähnt Sir David Brewster der Resultate des Sir John Herschel, und giebt die, in einiger Hinsicht abweichenden Folgerungen an, zu welchen er bei anderer Verfahrungsweise gelangt ist. Das Phänomen der innern Dispersion ist von ihm einige Jahre früher entdeckt und in einem 1833 vor der K. Gesellschaft zu Edinburg gelesenen Aufsatz kurz beschrieben worden [1]). Ausführlich beschrieben, wie es sich in einem besondern Fall, beim Flufsspath, zeigt, findet es sich in einem Aufsatz, welcher der Brittischen Naturforscher-Versammlung zu Newcastle 1838 mitgetheilt wurde [2]). Bei Sir David Brewster's Versuchen wurde das Sonnenlicht durch eine Linse verdichtet und so in den zu untersuchenden starren oder flüssigen Körper geleitet, was das Studium der Erscheinungen sehr erleichterte. Als er auf diese Weise eine Lösung von schwefelsaurem Chinin untersuchte, fand sich, dafs das Licht nicht blofs dicht an der Oberfläche dispergirt wurde, sondern auch auf einer grofsen Strecke in der Flüssigkeit; und Sir David Brewster kam zu

1) *Edinburgh Transact. Vol. XII p.* 542.

2) *Eighth Report. — Transactions of the Sections p.* 10.

dem Schlufs, dafs die durch schwefelsaures Chinin bewirkte Dispersion nur ein besonderer Fall der allgemeinen Erscheinungen der innern Dispersion sey. Als er den blauen Schein durch ein Kalkspathrhomboëder untersuchte, fand er, dafs ein beträchtlicher Theil desselben, hauptsächlich aus den weniger brechbaren Strahlen bestehend, in der Reflexionsebene polarisirt war, während die brechbareren Strahlen desselben, welche ein intensiv blaues Bündel bildeten, eine andere Polarisation besafsen.

3. Bei Wiederholung einiger von Sir John Herschel's Versuchen, wurde ich sogleich, ungeachtet der geheimnifsvollen Natur des Phänomens, von dessen Realität überzeugt, d. h. dafs ein epipolisirtes Lichtbündel auf eine oder die andere Weise qualitativ verschieden ist von dem ursprünglich auf die Flüssigkeit einfallendem Licht. Bei Anstellung der Versuche in der Weise des Sir David Brewster schien es nicht weniger einleuchtend, dafs das Phänomen zur Klasse der inneren Dispersion gehörte [1]). Defsungeachtet zeigte sich das von Sir John Herschel entdeckte sonderbare Phänomen selbst bei dieser Beobachtungsweise. In der That, wenn das die Lösung enthaltende Gefäfs so gestellt wurde, dafs das im Brennpunkt der Linse gebildete Sonnenbild ein wenig innseits der Flüssigkeit lag, war das Phänomen versteckt, weil die Zunahme der Intensität, welche aus der mit Annäherung an den Brennpunkt vergröfserten Concentration entsprang, die Abnahme der Intensität aufwog, welche vom Austritt aus der blauen Zone herrührte. Allein wenn das Gefäfs verschoben ward, so

1) Hiemit meine ich blofs, dafs, um ein besonderes Beispiel zu wählen, das Auftreten eines blauen Lichts in einer Lösung von schwefelsaurem Chinin ein Phänomen derselben Art zu seyn scheine, als das Auftreten eines rothen Lichts in einer Lösung des grünen Farbstoffs der Blätter, obwohl das letztere nicht dieselbe auffallende Concentration in der Nähe der Oberfläche, durch welche das Licht einfällt, zeigt wie das erstere. Das Letztere hat schon Sir David Brewster bemerkt und deshalb das Phänomen als *innere Dispersion* bezeichnet. Ich bemerke diefs, weil Sir David Brewster denselben Ausdruck auch für eine andere, gänzlich davon verschiedene Klasse von Erscheinungen gebraucht.

dafs der Brennpunkt der Linse entweder tiefer innseits der Flüssigkeit oder gar aufserhalb des Gefäfses fiel, so sah man die schmale blaue Zone dicht an der Oberfläche *so gut als* den blauen Schein, welcher sich weit in die Flüssigkeit erstreckte. Licht, welches vermöge des Durchgangs durch eine mäfsige Dicke der Flüssigkeit *»epipolisirt«* worden, ist in der That einer ferneren Dispersion fähig, aber keiner *epipolischen* Dispersion, *wenn man diesen Ausdruck* auf diejenige Dispersion *beschränkt*, welche die schmale blaue Zone erzeugt. Unzweifelhaft war es von grofser Wichtigkeit, dem Phänomen seinen wahren Ort in der Klasse der Erscheinungen von innerer Dispersion anzuweisen. Defsungeachtet war das Geheimnifs keineswegs aufgeklärt; vielmehr hatte man in anderen Fällen von innerer Dispersion etwas Aehnliches zu erwarten. In der That bestand das Geheimnifs nicht in der Schmalheit der Schicht, aus welcher das meiste blaue Licht herkam, sondern in dem Umstand, dafs das Licht in Folge des Durchgangs durch eine solche Schicht, unvermögend wurde, dieselbe Wirkung fernerweitig auszuüben, ohne in anderer Hinsicht verändert zu seyn.

4. Demjenigen, welcher das Licht als ein subtiles und mysteriöses Agens betrachtet, von dessen Gesetzen uns wohl ein guter Theil bekannt ist, hinsichtlich dessen Natur wir aber noch äufserst unwissend sind, könnte es scheinen, als sey das Phänomen nur ein neuer schlagender Fall derjenigen Zersetzungsweisen, die uns schon bekannt sind. Allein für Jemand, der da meint, die Undulationstheorie sey für das Licht, was die Gravitationstheorie für die Bewegung der Himmelskörper ist, mufs es ein viel lebhafteres Interesse haben. Welche Schwierigkeit es auch haben möge, zu erklären, wie der Effect hervorgebracht wird, so müssen wir doch wenigstens im Stande seyn zu sagen, was für ein Effect hervorgebracht wird; worin z. B. epipolisirtes Licht verschieden ist von Licht, welches diese Umänderung nicht erlitten hat.

Beim Nachdenken über die Natur des Phänomens zeigt

sich ein Punkt, der besondere Aufmerksamkeit verdient. Obgleich der Durchgang durch eine Schicht, deren Dicke nur einen kleinen Bruch eines Zolls beträgt, hinreichend ist das Licht von denjenigen Strahlen zu reinigen, welche eine epipolische Dispersion hervorzubringen vermögen, so gehen doch die dispergirten Strahlen selbst ganz ungehindert durch mehre Zolle der Flüssigkeit. Es scheint also, dafs die Strahlen, welche Dispersion erzeugen, in irgend einer Weise von anderer Natur sind als die erzeugten dispergirten Strahlen. Nun ist, zufolge der Undulationstheorie, die Natur des Lichts durch zwei Dinge definirt, durch die Schwingungsperiode und den Polarisationszustand. Der ersteren entspricht die Brechbarkeit, und, so weit das Auge darüber urtheilen kann, die Farbe [1]). Eine Erklärung des Phänomens haben wir also zu suchen in einer Veränderung entweder der Brechbarkeit oder des Polarisationszustandes.

5. Es anfangs als Axiom betrachtend, dafs dispergirtes Licht von gegebener Brechbarkeit nur aus einem im einfallenden Bündel enthaltenem Licht von gleicher Brechbarkeit entstehen könne, wurde ich veranlafst, wegen der er-

1) Einige Physiker ersten Ranges haben behauptet, dafs Licht von bestimmter Brechbarkeit noch zusammengesetzt seyn möge, und, wenn auch nicht durch prismatische Refraction, doch durch andere Mittel zerlegt werden könne. Ich spreche hier nicht von Zusammensetzungen und Zerlegungen die von Polarisation abhängen. Es ist selbst von den Anhängern der Undulationstheorie eingeräumt, dafs möglicherweise eine Verschiedenheit der Eigenschaften bei Lichtern von gleicher Brechbarkeit einem Unterschied in dem Schwingungsgesetz entsprechen möchte, und Lichter von gegebener Brechbarkeit ebenso in Farbe verschieden seyn könnten, als musikalische Töne von gegebener Höhe im Klange. Hätte ich nicht die volle Ueberzeugung, dafs Licht von bestimmter Brechbarkeit im strengsten Sinne des Wortes homogen ist, so würde ich wahrscheinlich veranlafst seyn, nach dieser Richtung hin eine Erklärung der merkwürdigen Phänomene der Chinin-Lösung zu suchen. Es würde mich zu weit vom Gegenstand des vorliegenden Aufsatzes abführen, wollte ich die Gründe dieser Ueberzeugung angeben. Ich will nur bemerken, dafs ich den merkwürdigen Effect absorbirender Media, scheinbar die Farben in einem reinen Spectrum zu verändern, nicht übersehen habe; doch halte ich diefs für ein subjectives, auf Contrast beruhendes Phänomen.

forderlichen Veränderung in der Natur des Lichts, auf die Polarisation zu blicken. Da eine Flüssigkeit keine Axen hat, so könnte hier nur eine Circular-Polarisation ins Spiel kommen. Da einige Flüssigkeiten doppeltbrechend sind, sie rechts- und links-circular polarisirtes Licht mit verschiedener Geschwindigkeit durchlassen, so könnte es auch seyn, dafs diese doppelt-absorbirend wären, ein rechts-circular-polarisirtes Licht von gewisser Brechbarkeit stark absorbirten und ein links-circulares ungeschwächt fortpflanzten. Das rechts-circulare Licht, absorbirt, im Sinn als fortgenommen vom einfallenden Bündel, könnte, genauer gesprochen, zerstreut (*scattered*) und deshalb depolarisirt worden seyn. Das so erzeugte gemeine Licht würde aequivalent seyn zweien Bündeln von gleicher Intensität, einem rechts- und einem links-circular-polarisirten. Von diesem würde das letztere ungehindert durchgelassen, das erstere aber aufs Neue zerstreut werden, und so fort. Allein diese, an sich schon unwahrscheinliche Hypothese wäre noch nicht ausreichend. Es wären neue Voraussetzungen erforderlich, um den Umstand zu erklären, dafs ein epipolisirtes Bündel, wenn es der prismatischen Analyse bei geringer Vergröfserungskraft unterworfen wird, keine Absorptionsstreifen in der Gegend zeigt, zu welcher, ihrer Brechbarkeit nach, die dispergirten Strahlen hauptsächlich gehören. Diese Theorie hätte also im Ganzen nicht den geringsten Schein von Wahrheit.

6. So sah ich mich denn zu der Annahme getrieben, dafs jene Veränderung des Lichtes in einer Veränderung seiner Brechbarkeit bestehe. Seit Newton's Zeiten ist geglaubt worden, dafs Licht bei allen Modificationen, die es erleiden mag, seine Brechbarkeit unverändert behalte. Defsungeachtet schien es mir weniger unwahrscheinlich, dafs die Brechbarkeit sich verändert habe, als dafs die Undulationstheorie sich falsch erweise. Und als ich erwog, wie ungemein einfach die ganze Erklärung wird, wenn man diese einzige Voraussetzung zulasse, so konnte ich nicht umhin, mich stark der Hoffnung zu ergeben, dafs sie

sich als wahr erweisen würde. In der That haben wir nur anzunehmen, dafs die unsichtbaren Strahlen jenseits des äufsersten Violett durch eine innere Dispersion Anlafs geben zu anderen, die zwischen die Brechbarkeitsgänzen fallen, innerhalb welcher die Netzhaut des Menschenauges afficirt wird, — und die Erklärung ist da. Die Schmalheit der von Sir John Herschel beobachteten blauen Zone würde blofs anzeigen, dafs die Flüssigkeit, ungeachtet ihrer grofsen Transparenz für sichtbare Strahlen, dennoch fast opak wäre für die unsichtbaren. Dem Stetigkeitsgesetz zufolge würde der Uebergang von fast vollkommner Transparenz zu einem hohen Grad von Opacität nicht plötzlich geschehen; und so könnten Strahlen von intermediärer Brechbarkeit den von Sir John Herschel bemerkten blauen Schein, oder den von Sir David Brewster beobachteten blauen Cylinder oder vielmehr Kegel erzeugt haben. Somit würden wir zugleich eine unmittelbare Erklärung von dem merkwürdigen Umstand haben, dafs die blaue Zone bei starkem Kerzenlicht kaum sichtbar ist, während man sie leicht selbst bei schwachem Tageslicht sieht. Denn dem Kerzenlicht fehlen bekanntlich die chemischen, jenseits des äufsersten Violetts liegenden Strahlen.

7. Meine ersten Versuche wurden mit farbigen Gläsern gemacht. Ein Reagenzglas (*teste tube*) wurde zur Hälfte gefüllt mit einer Lösung von saurem schwefelsaurem Chinin in dem 200fachen Gewichte Wasser, das mit Schwefelsäure angesäuert worden. Das Glas, zuvor bekleidet mit schwarzem Papier mit einem zum Einlafs des Lichts bestimmten Loch, wurde senkrecht vor einem Fenster aufgestellt und das Loch gegen das Licht gedreht. Wenn ich nun, in fast paralleler Richtung mit der Oberfläche des Glases, von oben hineinsah, erblickte ich deutlich einen blauen Bogen, der sich nur wenig in die Flüssigkeit erstreckte und dicht hinter dem Loche lag. Da dieser Bogen, obwohl sehr deutlich, natürlich nicht gerade glänzend genannt werden konnte, so wagte ich anfangs nicht, für den beabsichtigten Versuch, andere als blasse Gläser anzuwen-

den. Da ich keine directen Mittel hatte, zu bestimmen, welche opak seyen für die unsichtbaren, jenseits der äufsersten Violett liegenden Strahlen, so las ich aus einer Sammlung von Gläsern, die orangefarbenen, gelben und rothen aus, die, weil sie hauptsächlich die weniger brechbaren Strahlen durchliefsen, am ersten die chemischen Strahlen zu absorbiren fähig schienen. Ich fand bald ein blafs rauchfarbenes Glas, welches, wenn es dicht vor das Loch gestellt wurde, die Bildung des blauen Bogens verhinderte, aber dicht vor das Auge gehalten, einen grofsen Antheil des Lichts, aus welchem der blaue Bogen bestand, durchliefs. Die Farbe des Bogens war natürlich modificirt, mehr weifslich.

Bei Anwendung anderer blasser Gläser fand ich eins von Flohfarbe, welches, vor das Loch gestellt, den Bogen entstehen liefs, ihn aber absorbirte, wenn es vor dem Auge gehalten ward. Ein gelbes und ebenso ein gelblich grünes Glas liefs den Bogen in beiden Stellungen sehen; allein die Farbe desselben war entschieden anders wenn das Glas vor dem Loch oder vor dem Auge war. Ueberdiefs ward die Breite des Bogens von verschiedenen, vor das Loch gestellten farbigen Gläsern verschiedentlich abgeändert; einige bewirkten dafs das Licht mehr, und andere, dafs es weniger gegen die Glasfläche hin concentrirt war als bei ungehindertem Einfall des Lichts.

8. Nun wurde das Licht horizontal in ein dunkles Zimmer reflectirt, durch ein Loch im verticalen Fensterladen. Das Loch enthielt eine Linse von etwas kurzer Brennweite. Als ich das Probeglas mit der Lösung vertical vor der Linse aufstellte, in solchem Abstande von ihr, dafs der Brennpunkt etwas innseits der Flüssigkeit fiel, sah ich unabhängig von einander die von Sir John Herschel beschriebene blaue Zone und das von Sir David Brewster erwähnte blaue Bündel. Bei Anwendung verschiedener farbiger Gläser, die erst vor die Flüssigkeit und dann vor das Auge gestellt wurden, fand sich, dafs das blaue Bündel, wie früher die schmale blaue Zone, meistens verschieden-

artig afficirt wurde, je nachdem das Glas so gestellt war, dafs es das einfallende oder das dispergirte Licht auffangen mufste. Ueberdiefs verhielten sich, unter der Wirkung eines selben Farbenglases, das lange blaue Bündel und die schmale blaue Zone nicht gleich.

9. Meines Erachtens waren diese Versuche entscheidend für die Thatsache einer Veränderung der Brechbarkeit. Eingeräumt, dafs die Wirkung eines farbigen Glases blofs darin bestehe, einen gewissen Bruchtheil des einfallenden Lichts aufzufangen und dieser Bruchtheil sey eine Function der Brechbarkeit, so ist klar, dafs die Resultate auf keine andere Weise erklärt werden können. Es mufs jedoch zugegeben werden, dafs diese Resultate nur eine Erweiterung von dem sind, was eben die Eigenthümlichkeit des Phänomens ausmacht. Denn nehmen wir den Fall, wo die schmale blaue Zone von dem gewöhnlichen Tageslicht gebildet wird. Denken wir uns ein Glasgefäfs mit parallelen Wänden, gefüllt mit einer Portion der Flüssigkeit, und so gestellt, dafs es erst das einfallende, dann das dispergirte Licht auffange. Im ersten Falle würde das Licht, welches auf die zu untersuchende Flüssigkeit einfällt, beim Durchgange durch das Gefäfs »epipolisirt« und deshalb der blaue Streifen fortgenommen werden, wogegen dieser ungehindert durchgelassen würde, wenn man das Gefäfs vor den Augen hielte. Folglich sind die Wirkungen der farbigen Gläser dem Effect einer Schicht der Lösung des schwefelsauren Chinins analog, nur weniger auffallend als sie. Gewifs giebt es einen wichtigen Unterschied zwischen beiden Fällen, nämlich, dafs bei der Flüssigkeitsschicht die epipolische Dispersion, welche in der untersuchten Flüssigkeit verhindert wird, sich nahe an der ersten Oberfläche der Schicht erzeugt, wogegen bei den farbigen Gläsern eine solche Dispersion nicht oder jedenfalls nicht nothwendig erzeugt wird. Was auch der Leser von den Versuchen mit farbigen Gläsern denken möge: der nächste Versuch wird hoffentlich entscheidend erscheinen.

10. Das Brett im Fenster, welches die Linse enthielt, wurde ersetzt durch ein Paar Bretter, welche einen senkrechten Schlitz bildeten; durch diesen Schlitz wurde das Sonnenlicht horizontal reflectirt und auf drei dicht hinter einander aufgestellte Münchener Prismen geleitet. So wurde im Abstand von einigen Fufsen hinter dem Schlitz ein mäfsig reines Spectrum erhalten. Ein Reagenzglas mit der Lösung wurde nun jenseits des äufsersten Roths des Spectrums senkrecht aufgestellt, und hernach horizontal durch die Farben geführt. Fast das ganze sichtbare Spectrum entlang ging das Licht durch die Flüssigkeit, wie es durch eben so viel Wasser gegangen seyn würde; als aber die Röhre fast das äufserste Violett erreichte, schofs ein geisterhafter Schein von blauem Licht quer durch dieselbe. Bei weiterer Bewegung der Röhre nahm das blaue Licht erst an Intensität zu, und verschwand dann allmälig ganz. Es verschwand indefs nicht eher, als bis die Röhre weit jenseits des violetten Endes bei dem auf einem Schirme sichtbaren Spectrum war. Ehe es verschwand, konnte man bemerken, war das blaue Licht beschränkt auf eine äufserst dünne Schicht der Flüssigkeit an der Oberfläche, durch welche das Licht einfiel, wogegen es, als es zuerst erschien, sich ganz durch die Röhre erstreckte, besonders wenn diese ein wenig (*a little short*) vor dem äufsersten Violett befindlich war. Gewifs war es ein sonderbarer Anblick, die Röhre bei Eintauchung in die unsichtbaren Strahlen augenblicklich erleuchtet zu sehen; es war buchstäblich *sichtbare Dunkelheit*. Kurz die Erscheinung hatte etwas Ueberirdisches (*something of an unearthly appearance*).

11. Da die Flüssigkeit so sehr opak ist für Strahlen von äufserster Brechbarkeit, so liefs sich erwarten, dafs sie, ungeachtet sie beim Hindurchsehen nach einem weifsen Gegenstand klar und farblos erscheint, bei prismatischer Analyse eine merkbare Absorption auf die äufsersten violetten Strahlen ausüben werde. Um zu ermitteln, ob diefs wirklich der Fall sey, reflectirte ich Sonnenlicht horizontal durch einen Schlitz, hinter welchem eine Röhre voll der

Flüssigkeit stand, und zerlegte die Lichtlinie durch ein Prisma, während das Auge durch ein tief blaues Glas geschützt war. Ich vermochte blofs die feste Linie *H* (Fig. 1 Taf. I) zu erkennen, d. h. den weniger brechbaren Streifen des Paares, obgleich ich unter ähnlichen Umständen gewöhnlich etwa so weit jenseits des brechbareren Streifens sehen kann als er jenseits *H* ist. Um indefs das Resultat bei Anwendung einer gröfseren Dicke entscheidender und zugleich die Beobachtung differential zu machen, stellte ich ein mit Wasser gefülltes Trinkglas (*tumbler*) hinter den Schlitz, das blaue Glas davor, und betrachtete nun den Schlitz durch ein Prisma. Ich sah so weit wie gewöhnlich ins Violett. Nun wurde das Wasser ausgegossen und durch eine Lösung von schwefelsaurem Chinin ersetzt, welche bei Betrachtung im durchgelassenen Licht, so klar wie das Wasser erschien. Als ich nun das Trinkglas hinter den Schlitz stellte, war zu beobachten, dafs der blaue dispergirte Lichtstreifen sich ganz quer durch dasselbe ausdehnte, eine Strecke von etwa drei Zoll, und offenbar würde er noch viel weiter gegangen seyn. Bei Betrachtung des Schlitzes durch ein Prisma fand sich das Spectrum auf halbem Wege zwischen den festen Linien *G* und *H* fortgeschnitten. Das Ende war ziemlich scharf begränzt, was anzeigt, dafs, wenigstens an diesem Theil des Spectrums, das Absorptionsvermögen der Flüssigkeit rasch zunimmt mit der Brechbarkeit des Lichts. Die Flüssigkeit bewirkte indefs eine sichtbare Intensitätsschwächung, die sich vom Ende des Spectrums bis nahe an *G* erstreckte.

12. Die Thatsache einer Brechbarkeits-Veränderung und damit die Erklärung des merkwürdigen Phänomens beim schwefelsauren Chinin konnte nun nicht länger zweifelhaft seyn. Epipolisirtes Licht ist nur Licht, welches gereinigt ist von den unsichtbareren oder äufserst schwachleuchtenden Strahlen, die brechbarer sind, als die violetten; und dieser Ausdruck, der in der That von Sir John Herschel nur provisorisch gewählt wurde und jetzt seinen Zweck erfüllt hat, ist von nun an bei Seite zu legen, be-

sonders da er in Betreff der Ursache des Phänomens zu einer falschen Meinung führen kann. Es erübrigt nun noch, andere Fälle von innerer Dispersion zu untersuchen, von welchen, nach Sir David Brewster's Beobachtungen, die vom schwefelsauren Chinin bewirkte Dispersion, nur ein besonderer Fall ist; ferner die Gesetze, nach welcher eine Brechbarkeits-Aenderung geschieht, auszumitteln, und, wo möglich, diese Gesetze nach mechanischen Principien zu erklären.

13. Für das Folgende halte ich es fürs Beste, die bei einigen der merkwürdigeren Fälle von innerer Dispersion beobachteten Erscheinungen zu beschreiben, ehe ich versuche, allgemeine Schlüsse zu ziehen. Um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich zunächst die angewandten Beobachtungsmethoden auseinandersetzen, die im Ganzen auf vier zurückkommen, obwohl hin und wieder intermediäre Methoden oder Combinationen von zwei derselben sich als zweckmäfsig erwiesen. Oft natürlich habe ich Sir David Brewter's Methode benutzt, bei welcher die Wirkung des einfallenden Lichtes als Ganzes studirt wird; allein die hier erwähnten Methoden gehen auf eine Untersuchung der Wirkungen, welche die im einfallenden Bündel enthaltenen Lichtstrahlen von verschiedener Brechbarkeit einzeln hervorbringen. Im Fortschritt meiner Untersuchungen boten sich auch neue Beobachtungsmethoden dar, die indefs an ihrem Orte beschrieben werden sollen.

Angewandte Beobachtungsweisen.

Erste Methode. — Sonnenlicht wurde horizontal durch eine kleine Linse reflectirt, die in einem Loche in einem senkrechten Brette befestigt war. Von da ging der ausfahrende Strahlenkegel in den zu untersuchenden starren oder flüssigen Körper. Dann wurde ein farbiges Glas oder ein anderes absorbirendes Medium so gestellt, dafs es erst die einfallenden Strahlen auffing, und darauf zwischen der untersuchten Substanz und dem Auge war. Kürze halber will ich diese Stellungen als *die erste* und *die zweite* be-

zeichnen. Zuweilen liefs ich ein farbiges Glas vor dem Loche und fügte ein zweites hinzu, erst vor dem Loch und dann vor dem Auge.

Zweite Methode. — Sonnenlicht, reflectirt wie zuvor, leitete ich durch eine Reihe von drei oder vier Münchener Prismen, die dicht hinter einander standen, jedes fast in der Lage der Minimum-Ablenkung. Dann liefs ich es durch eine Linse in einem dicht hinter dem letzten Prisma stehenden Brette gehen, und darauf eintreten in den zu untersuchenden Körper, welcher im Allgemeinen so gestellt war, dafs seine Vorderfläche ganz oder nahe mit dem Brennpunkt der Linse zusammenfiel. Der Durchmesser der Linse war viel kleiner als die Breite oder Höhe des Prismas, so dafs die Linse sich vollständig mit weifsem Licht erfüllte, dessen Bestandtheile jedoch in verschiedenen Richtungen eintraten. Betrachten wir das Sonnenbild im Brennpunkt der kleinen Linse als einen Punkt, so können wir das auf den untersuchten Körper einfallende Licht als bestehend ansehen aus einer Reihe den verschiedenen Brechbarkeiten entsprechender Kegel, deren Axen in horizontaler Ebene liegen und einander im Brennpunkt der Linse schneiden, und deren Scheitel eine horizontale Linie nahe an der Oberfläche des untersuchten Körpers bilden.

Dritte Methode. — Sonnenlicht wurde horizontal durch einen senkrechten Schlitz reflectirt und von den Prismen aufgefangen, die wie zuvor angeordnet, allein mehre Fufs vom Schlitz entfernt aufgestellt waren. Dicht hinter dem letzten Prisma und ganz oder fast winkelrecht gegen das austretende Lichtbündel, dasselbe mit seiner Mitte aufnehmend, befand sich eine grofse Linse von etwas langer Brennweite. Der zu untersuchende Körper war im oder nahe im Abstand des Schlitzbildes angebracht.

Vierte Methode. — Alles wie bei der dritten Methode angeordnet, wurde eine kleine Linse von kurzer Brennweite im Abstande des Schlitzbildes oder zwischen diesem und dem Sonnenbilde aufgestellt; letzteres lag dem Prisma etwas näher, insofern die Brennweite der gewöhnlich an-

gewandten grofsen Linse zwar viel kleiner, aber doch nicht unvergleichlich kleiner als der Abstand der Linse von dem Schlitze vor. Gewöhnlich hatte ich dicht vor der kleinen Linse einen zweiten Schlitz hinzugefügt. Der zu untersuchende befand sich im Brennpunkt der kleinen Linse. Das dispergirte Licht wurde von oben betrachtet, und durch ein Prisma, das es seitwärts brach, zerlegt.

Der Zweck dieser verschiedenen Vorrichtungen wird im Laufe der Abhandlung klar werden. Von den angewandten Prismen bestanden drei aus Flintglas und eins aus Kronglas. Bei ersteren betrug der brechende Winkel respective etwa 43°, 33° und 24°, bei dem letzteren etwa 45°. Bei dem kleinsten der Prismen (dem aus Flintglas von 43°) waren die brechenden Flächen 1,35 Zoll hoch und 1,60 Zoll lang. Als kleine Linse dienten abwechselnd zwei von respective 0,34 und 0,22 Zoll Apertur und respective 0,75 und 0,50 Zoll Brennweite. Die Brennweite der gewöhnlich angewandten grofsen Linse betrug etwa 12 Zoll. Ein Paar Mal wurde eine Linse von drei Mal gröfserer Brennweite angewandt, allein das Licht erwies sich für die meisten Zwecke als zu schwach. Bei der dritten Methode war es bisweilen angemessen eine Linse von nur 6½ Zoll Brennweite anzuwenden; allein zur vierten Methode diente die Linse von 12 Zoll Brennweite, mit Ausnahme einiger Fälle, wo die von 36 Zoll Brennweite angewandt ward. Mit der Linse von 12 Zoll Brennweite betrug die Länge des Spectrums von der festen Linie *B* zu der *H* gewöhnlich 1¼ Zoll.

Es wird die Zwecke dieser Abhandlung fördern, gewisse Ausdrücke in einem bestimmten Sinne zu nehmen; allein da einige dieser Ausdrücke sich auf noch unbeschriebene Erscheinungen beziehen, so wird es gut seyn, zuvörderst im Detail anzugeben, was in einem merkwürdigen Fall von innerer Dispersion beobachtet wurde.

Lösung von schwefelsaurem Chinin.

14. Die Wirkungen gewisser Gläser von blasser Farbe auf diese Flüssigkeit sind bereits erwähnt. Es giebt in-

defs ein Glas, dessen Wirkung noch auffallender ist. Bekanntlich ist das tief blaue Kobaltglas höchst durchgänglich für die chemischen Strahlen. Demgemäfs fand ich, dafs ein blaues Glas, welches so dunkel war, dafs man durch dasselbe blofs die helleren Gegenstände in einem Zimmer erblicken konnte, eine sehr geringe Wirkung ausübte, wenn es zur Auffangung des auf die Flüssigkeit einfallenden Lichtes angewandt wurde. Hielt man es dicht vor dem Auge, so verschwand anfangs Alles, bis auf das von den Convexitäten der Glasröhre reflectirte Licht; hatte sich aber erst das Auge an die Dunkelheit gewöhnt, so war es möglich das Daseyn des Streifens zu erkennen. Der Contrast zwischen den Wirkungen dieses Glases und des schon erwähnten von blafsbrauner Farbe war höchst auffallend.

15. Bei Untersuchung der Flüssigkeit nach der zweiten Methode, erwies sich das dispergirte Licht als bestehend aus zwei Bündeln, die bei ihrem Eintritt in die Flüssigkeit, d. h. an der senkrechten Gränzfläche zwischen der Flüssigkeit und ihrem Gefäfse, von einander getrennt waren und weiterhin durch Divergenz noch mehr auseinander gingen. Natürlich mufste jedes Bündel bestehen aus einer Reihe von Kegeln, deren Axen vom Centrum der Linse aus divergirten und deren Scheitel in dem Brennpunkt dieser lagen. Das erste oder das durch Licht von geringer Brechbarkeit erzeugte Bündel bestand aus den helleren Farben des Spectrums in ihrer natürlichen Ordnung. Es hatte ein discontinuirliches, funkelndes Ansehen und rührte offenbar nur von Staubtheilchen her, die in der Flüssigkeit schwebten. Als man es von oben durch ein Nicol'sches Prisma betrachtete, fand sich, dafs es hauptsächlich aus in der Reflexionsebene polarisirtem Licht bestand. Genommen als Ganzes diente es als Fiducial-Linie, nach welcher sich die Lage des zweiten Bündels bestimmen, und dadurch die Brechbarkeit der dasselbe zusammensetzenden Strahlen beurtheilen liefs.

Dieses zweite Bündel war um ein Gutes heller als das erste. Seine Farbe, ein schönes Himmelblau, war überall

fast gleich; allein dicht am ersten Rande, d. h. da, wo es aus den schwächst brechbaren derjenigen Strahlen entsprang, die es zu bilden vermochten, war die Farbe weniger rein. Es hatte ein vollkommen continuirliches Ansehen. Betrachtete man es von oben durch ein achromatisches doppeltbrechendes Quarzprisma, welches eine directe Vergleichung der beiden Bilder erlaubte, so zeigte es keine Spur von Polarisation. Es bildete sich sowohl durch vertical, als durch horizontal polarisirtes, als auch durch gemeines Licht, und es zeigte im letzteren Falle so gut wie in den beiden ersten keine Spur von Polarisation [1]).

Dafs die brechbareren Strahlen nur eine kleine Strecke in die Flüssigkeit einzudringen vermögen, läfst sich bei diesem Versuch leicht wahrnehmen; allein die zweite Beobachtungsweise ist nicht geeignet, diesen Theil des Phänomens herauszustellen.

16. Bei Untersuchung der Flüssigkeit nach der dritten Methode, war das Resultat sehr auffallend, obwohl natürlich nicht anders als sich voraussehen liefs. Die hauptsächlichsten der festen Linien des Violetts und der chemischen Theile des Spectrums darüber hinaus zeigten sich in schöner Deutlichkeit als dunkle Ebenen, die eine sonst vollkommen stetige Masse von blauem Licht unterbrachen. Um irgend eine besondere feste Linie am deutlichsten zu sehen, war es natürlich erforderlich das Auge in der entsprechenden Ebene zu halten, wo dann die dunkle Ebene in eine dunkle Linie verwandelt war. Vom rothen Ende des Spectrums

1) Die beiden Resultate, nämlich, dafs das blaue Bündel, welches den gröfseren Theil des von einer schwefelsauren Chininlösung dispergirten Lichtes ausmacht, unpolarisirt ist, oder, wie er sich ausdrückt, eine Quaquaversus-Polarisation besitzt, und dafs diefs auch für den Fall gilt, wenn das einfallende Licht unpolarisirt ist, — sind schon von Sir David Brewster angegeben, welcher, wie es scheint, durch Sir John Herschel's Beobachtung von der Unpolarisation des blauen Lichts, welches bei der epipolischen Dispersion in einer schwefelsauren Chininlösung entsteht, darauf geführt wurde, das Licht auf etwaige Polarisation zu untersuchen.

trums bis etwa zur Linie *G* ging das Licht ungehindert durch die Flüssigkeit oder wurde nur hie und da durch mechanisch schwebende Staubtheilchen reflectirt. Bei *G* begann die Dispersion eben merklich zu werden, und Spuren dieser Linie liefsen sich sehen als eine dunkle Ebene, die eine Masse von stetigem, aber ungemein schwachem Licht unterbrach. Allein etwas weiterhin ward das dispergirte Licht so schwach, dafs man es übersehen haben würde, wenn man nicht besonders darauf geachtet hätte. Erst mitten zwischen *G* und *H* oder etwas früher wurde es so stark, dafs es Aufmerksamkeit erregte, und ein wenig weiter trat es sehr deutlich auf, ging aber dabei in ein blasses Himmelblau über. Um die beiden breiten Streifen der Gruppe *H* herum, und etwas weiter von *H* gegen *G* hin, war das Licht sehr reichlich. Einige der festen Linien, die weniger brechbar als *H* sind, erschienen sehr deutlich, und jenseits *H* war eine gute Anzahl sichtbar, welche gegenwärtig näher beschrieben werden sollen. Das ganze System der so als Unterbrechungen des dispergirten Lichtes sichtbaren festen Linien hatte ein verwaschenes Ansehen (*resolvable appearance*); allein mit einem sehr engen Schlitz und mit einer Linse von grofser Brennweite an den Prismen würde das Licht für gehörige Beobachtungen zu schwach gewesen seyn.

Bei *G* und auf eine Strecke weiter war das dispergirte Licht so sehr schwach, dafs ich es übersehen haben würde, hätte es nicht beim Beobachten nach der vierten Methode meine Aufmerksamkeit erregt; und in der That habe ich bei der dritten Anordnung zuweilen eigends darnach gesucht, ohne es sehen zu können. Practisch genommen könnte man sagen, die Dispersion fange erst mitten zwischen *G* und *H* an.

17. Bei seitlicher Brechung des ganzen Systems durch ein vor dem Auge gehaltenes Prisma von mäfsigem Winkel wurden die festen Linien verworren und die feineren verschwanden. Die Ränder der breiten Streifen *H* waren prismatisch gefärbt, wie die Ränder zweier Streifen von schwar-

zem Sammet, die man auf blafs blaues Papier gelegt hat und durch ein Prisma betrachtet. Dieser Versuch zeigt, dafs, ungeachtet der vollkommenen Homogenität des einfallenden Lichtes, das dispergirte zusammengesetzt ist.

18. Die dritte Beobachtungsweise ist wohl geeignet, zu zeigen, dafs sich das Absorptionsvermögen einer Substanz mit der Brechbarkeit der einfallenden Strahlen ändert. Befindet sich das Auge senkrecht über dem Gefäfse mit der Lösung, so dafs die den festen Linien des Spectrums entsprechenden dunklen Ebenen zu dunklen Linien projicirt sind, deren Länge nicht durch die Schiefe übertrieben ist, so zeigt sich die Gränze des dispergirten Lichts in eine Curve projicirt, welche dazu dient, die Beziehung der Absorptionskraft des Mediums zur Brechbarkeit des einfallenden Lichtes sichtbar zu machen. Diese Curve ist nicht genau die, welche Sir John Herschel in der Absorptionstheorie behandelt und als Typus des bezüglichen absorbirenden Mediums angesehen hat, allein sie dient doch sehr zu demselben Zweck. Freilich würde, unabhängig von einer Veränderung im Absorptionsvermögen des Mediums, eine vermehrte Schwäche des dispergirten Lichts bis zu gewissem Grade eine Annäherung der Curve zu ihrer Axe bewirken; allein practisch genommen, ist beim schwefelsauren Chinin und bei sehr vielen anderen Substanzen, die Erscheinung von der Art, dafs an dem Daseyn eines höchst intensiven Absorptionsvermögen der Substanz für Strahlen von sehr hoher Brechbarkeit kein Zweifel übrig bleiben kann [1]).

Für eine Lösung von ein Theil saurem schwefelsauren Chinin in 200 Theile gesäuerten Wassers ist bereits angegeben worden, dafs ein Theil der Strahlen, welche dis-

1) Nachdem die in dieser Abhandlung beschriebenen Untersuchungen schon weit vorgeschritten waren, traf ich zufällig in den *Comptes rendus*, *T. XVII*, *p.* 883 eine Stelle, worin Hr. E. Becquerel erwähnt, eine Lösung von saurem schwefelsaurem Chinin sey ungemein merkwürdig wegen ihres Absorptionsvermögens für Strahlen von gröfserer Brechbarkeit als *H*.

pergirtes Licht zu erzeugen im Stande sind, eine Dicke von 3 Zoll durchdringen. Bei Bildung eines reinen Spectrums liefs sich die feste Linie *H* etwa 1 Zoll in die Flüssigkeit hinein verfolgen. Ging man von *H* gegen *G*, so wuchs die Strecke, welche die einfallenden Strahlen von der Flüssigkeit durchdrangen, mit grofser Schnelligkeit, während sie in entgegengesetzter Richtung nicht minder rasch abnahm, so dafs von einem nicht weit jenseits *H* liegenden Punkt, zu welchem das Licht aufhörte, die Dispersion auf die unmittelbare Nachbarschaft der Oberfläche beschränkt war. Als die Flüssigkeit bis auf ein Zehntel ihrer anfänglichen Concentration verdünnt worden, liefs sich, in der ersten Gruppe von festen Linien jenseits *H*, eine deutliche feste Linie oder vielmehr ein Streifen von merklicher Breite wahrnehmen, der etwa einen Zoll in die Flüssigkeit eindrang. Von dem oben erwähnten Streifen aus in Richtung der brechbareren Strahlen fortschreitend, nahm die Strecke, welche die einfallenden Strahlen von der Flüssigkeit durchdrangen, rasch ab, und so erblickte man die rasche Zunahme des Absorptionsvermögens der Flüssigkeit in einem Theile des Spectrums, in welchem sie mit einer concentrirteren Flüssigkeit nicht so bequem zu erkennen war, in sofern die Hinterfläche des Raums, aus welchem das dispergirte Licht kam, fast zusammenfiel mit der Vorderfläche der Flüssigkeit.

Dafs der Zusatz einer so geringen Menge von schwefelsaurem Chinin zum Wasser genügt, einen solchen Grad von Opacität für Strahlen von grofser Brechbarkeit hervorzubringen, ist gewifs sehr merkwürdig; defsungeachtet habe ich es im Verfolge meiner Untersuchungen beständig beobachtet.

19. Beim Beobachten nach der vierten Methode wurde der Theil des Spectrums, zu welchem das einfallende Licht gehörte, zuweilen durch die Farbe bestimmt, zuweilen durch die festen Linien des Spectrums. Fast immer schwebten Staubtheilchen genug in der Flüssigkeit, um zu veranlassen, dafs ein Theil des dispergirten Bündels blofs aus gewöhn-

lich reflectirtem Licht bestand. Bei der prismatischen Zerlegung des ganzen dispergirten Bündels wurde derjenige Theil, welcher aus von Stäubchen reflectirtem Lichte bestand, von dem übrigen getrennt; er war insgemein durch sein funkelndes Ansehen leicht zu erkennen und noch bestimmbar dadurch, dafs er fast ganz aus in der Einfallsebene polarisirtem Licht bestand, wogegen das wahrhaft dispergirte Licht unpolarisirt war. Es bestand natürlich aus Licht von bestimmter Brechbarkeit, von gleicher mit der des einfallenden Lichts, und diente somit als Fiducial-Linie bei der Bestimmung der Brechbarkeiten der Bestandtheile des dispergirten Lichts. Natürlich war dieser Theil der Beobachtung nur möglich, wenn die einfallenden Strahlen zum sichtbaren Theil des Spectrums gehörten.

Als die Linse horizontal, vom Roth zum Violett, durch die Farben des Spectrums verschoben wurde, zeigte sich die Dispersion zuerst wahrnehmbar in dem Blau. Wurde das dispergirte Licht durch ein Prisma von dem an Staubtheilchen reflectirten getrennt, so fand es sich bestehend aus einer ungemein kleinen Menge Roth; weiterhin begann etwas Gelb in seine Zusammensetzung einzutreten; noch weiter, vielleicht an der Gränze von Blau und Indigo, ward es heller, und zeigte bei Zerlegung neben den früheren Farben etwas Grün. Im Indigo war es noch heller, und als Ganzes betrachtet, etwas grünlich. Noch weiter bekam es etwas vom blassen Schieferblau, und bei Zerlegung zeigte es etwas Indigo oder wenigstens ein stark brechbares Blau. Weiter vorwärts wurde das dispergirte Licht erstlich tiefer blau und darauf, kurz vor der festen Linie *H*, weifser. In beträchtlichem Abstande von *H* endlich war es nur noch ein fast weifser Schein.

Durch diese Beobachtungsweise kann die Dispersion früher entdeckt werden als durch die dritte, und überdiefs ist die Farbenveränderung des dispergirten Lichts viel leichter wahrzunehmen. In der That findet der auffallendste Theil dieser Veränderung dann statt, wenn das dispergirte Licht so schwach ist, dafs es beim Beobachten nach der

dritten Methode kaum gesehen werden kann; überdiefs läfst sich nach dieser letzten Methode, selbst in dem hellsten Theil des dispergirten Bündels, nicht leicht die Farbenveränderung ermitteln, welche einer Veränderung in der Brechbarkeit der einfallenden Strahlen entspricht, weil die Farbe sich so allmälig und wenig ändert, dafs das Auge von einem Theil des dispergirten Bündels zu einem andern übergeht, ohne irgend eine Aenderung wahrzunehmen.

20. Schon ist erwähnt worden, dafs das dispergirte blaue Lichtbündel in einer Lösung von schwefelsaurem Chinin entsteht, es mag das einfallende Licht polarisirt seyn parallel oder winkelrecht zur Reflexionsebene oder besser Dispersionsebene d. h. zu der Ebene, welche den einfallenden und den in's Auge tretenden dispergirten Strahl enthält. Es fragt sich hier natürlich, ob die Intensität des dispergirten Lichts in beiden Fällen genau dieselbe sey. Durch Combination einer Linse von etwas kurzer Brennweite und eines doppeltbrechenden Prismas mit den vier Prismen überzeugte ich mich, dafs der Intensitätsunterschied, wenn er überhaupt vorhanden, nicht grofs war; allein der Versuch bot einige practische Schwierigkeiten dar. Indefs schien das Resultat des folgenden Versuchs so entscheidend zu seyn, als es überhaupt ein negatives seyn kann.

Die Vorrichtung war dieselbe wie bei der dritten Methode, allein die Linse vor den Prismen hatte eine Brennweite von nur 6,5 Zoll, und das einfallende Licht war, vor dem Durchgang durch den Schlitz, mittelst einer Glassäule in einer senkrechten Ebene polarisirt. Wie gewöhnlich sah man in der Flüssigkeit die beiden Lichtbündel, nämlich das blaue der inneren Dispersion und das schwächer gefärbte, von Staubtheilchen herrührende. Das erstere war ganz von dem letzteren getrennt und zeigte die vorzüglichsten festen Linien, welche den stark brechbaren Theil des Spectrums angehören. Nun wurde dicht vor dem Gefäfse eine Gypsplatte eingeschaltet, um die Polarisation des in die Flüssigkeit eindringenden Lichtes ab-

zuändern. Die Gypsplatte war durch einen irregulären natürlichen Blätterdurchgang erhalten und mit Canadabalsam zwischen zwei Glasplatten gekittet. Bei Untersuchung im polarisirten Licht zeigte sie eine Reihe schöner und mannigfaltiger Farben, je nach der ungleichen Dicke der verschiedenen Theile. Wenn nun die Platte, ohne Aenderung ihrer Rechtwinklichkeit gegen das einfallende Licht, vor dem Gefäfse verschoben wurde, sah man verschiedene Portionen des von Staubtheilchen herrührenden Bündels verschwinden und wieder erscheinen oder wenigstens erst schwach und dann hell werden, so dafs Jemand, der mit der Ursache unbekannt wäre und nicht auf die Platte sähe, hätte glauben können, der Beobachter hielte vor dem Gefäfse ein mit Schmutzflecken versehenes Glas; wie aber auch die Gypsplatte ohne Drehung in ihrer eigenen Ebene verschoben oder um eine auf ihrer Ebene winkelrechte Axe gedreht werden mochte, war doch nirgends in dem blauen Bündel die geringste Veränderung wahrnehmbar.

Erläuterung der Ausdrücke.

21. Bei allen in dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen, bei denen ein Spectrum gebildet wurde, um die Wirkungen der Lichtportionen von verschiedener Brechbarkeit getrennt zu untersuchen, war die Länge des Spectrums horizontal, so dafs die festen Linien vertical standen. Defsungeachtet wird es, der Kürze halber, zweckmäfsig seyn, die Vorworte *oben* und *unten* zu gebrauchen, um respective die *mehr* und *die weniger brechbare Seite* zu bezeichnen.

Die Hauptlinien des sichtbaren Spectrums werden durch die in Fraunhofer's bewundernswerther Abbildung gebrauchten Buchstaben bezeichnet. Diese Linien sind zu gut bekannt, um einer Beschreibung zu bedürfen.

Die einzige Abbildung der festen Linien des chemischen Spectrums, die ich während einer guten Weile nach dem Anfang dieser Untersuchungen besafs, war die vom Prof. Draper, welche sich im *Philosophical Magazine,* 1843,

Vol. XXII. befindet. Natürlich kann diese Zeichnung, was Genauigkeit des Details betrifft, nicht verglichen werden mit der Fraunhofer's vom sichtbaren Spectrum, auch beansprucht sie nicht mehr zu geben als einige der sichtbarsten, aus einer grofsen Menge ausgewählt. Die Fortlassung so vieler Linien, ohne dafs ihr allgemeiner Effect durch irgend eine Schattirung angegeben wäre, macht es schwierig, die vorhandenen zu identificiren, wenigstens wenn ich nach meinen eigenen Beobachtungen urtheilen soll; aufserdem war Prof. Draper's Spectrum um so viel reiner als das, mit welchem zu arbeiten ich am bequemsten fand, dafs beide nicht miteinander vergleichbar waren.

22. Ich habe von den festen Linien von *H* bis zu Ende eine Skizze gemacht, die dieser Abhandlung beigelegt ist (Fig. 1, Taf. I.). Die festen Linien des sichtbaren Spectrums sind so bekannt, dafs ich es für unnöthig hielt, vor *H* anzufangen. Eine Lösung von schwefelsaurem Chinin ist ein sehr gutes Medium um diese Linie zu zeigen, allein ein sogleich zu erwähnendes gelbes Glas ist ein eben so gutes oder vielleicht besseres. Die Zeichnung zeigt das Spectrum wie es gesehen wird mit einer Linse von 12 Zoll Brennweite vor den Prismen. Die Breite des Schlitzes war nicht immer ganz gleich, sie mag auf etwa 0,05 Zoll geschätzt werden. Die Zeichnung enthält 32 feste Linien oder Streifen, die brechbarer sind als *H*, als die höchste Zahl, die ich bei verschiedenen Gelegenheiten mit dieser Linse zu sehen vermochte, obgleich, mit einer Linse von gröfserer Brennweite und mit einem schmäleren Schlitz, die Anzahl der festen Linien wie zu erwarten, bedeutend gröfser war. Da ich bis jetzt, mit Ausnahme gewisser Fälle, diese Linien noch nicht identificirt habe mit den in photographischen Abbildungen dargestellten, so hielt ich es nicht für rathsam, eine Identification zu versuchen, sondern zog es vor, die deutlicheren Linien in meiner Abbildung mit Buchstaben zu versehen, ohne Bezug auf frühere Zeichnungen. Da die grofsen Buchstaben *L*, *M*, *N*, *O*, *P* bereits zur Bezeichnung gewisser fester Linien benutzt worden sind, so

gebrauche ich, um Verwechslung zu verhüten, die kleinen *l, m, n, o, p*.

Bei Anfertigung der Zeichnung habe ich mich bemüht, den Charakter der Linien was Schwärze oder Schwäche, Schärfe oder Verworrenheit betrifft, zu bewahren. Die Abstände sind, ausgenommen hie und da, nicht nach Messungen gegeben, und, ich fürchte, nicht ganz so genau, wie man wünschen möchte; doch glaube ich überzeugt zu seyn, dafs Keiner, der die wirklichen Linien sieht, eine Schwierigkeit haben wird, sie mit denen in meiner Abbildung zu identificiren, vorausgesetzt, die Umstände, unter welchem sein Spectrum gebildet wurde, kommen mit denen überein, unter welchen das meinige gesehen wurde, wenn die Vorrichtung, was Brennweite der Linse etc. betrifft, den allgemeinen Zwecken am meisten entsprach.

Die deutlicheren Linien in dem abgebildeten Theil des Spectrums können bequem in fünf Gruppen gebracht werden, die ich die Gruppen *H, l, m, n, p* nennen will. Die Gruppe *H* besteht aus dem wohl bekannten Doppelstreifen, von welchem der erste die Fraunhofer'sche Linie *H* enthält. Den zweiten Streifen habe ich mit *k* bezeichnet, übereinstimmend mit Prof. Draper's Figur. Der deutlichste Gegenstand in der nächsten Gruppe besteht aus einem breiten dunklen Streifen *l*. Dieser Streifen ist ein bis zwei Mal so breit als *H*, auch dunkler in der weniger brechbaren Hälfte als in der andern. Mit einer Linse von 3 Fufs Brennweite und einem schmalen Schlitz löste er sich in Linien auf, was wahrscheinlich der Grund ist, weshalb er in Prof. Draper's Figur gänzlich fehlt, während die ersten drei Linien der Gruppe (wenn ich in der Identification nicht irre) abgebildet sind und seine Gruppe *L* bilden. Unter den Umständen, welchen meine Abbildung entspricht, erscheint der Streifen *l* als ein sehr auffallender Gegenstand, vielleicht, weil er, mit Ausnahme der Streifen *H* und *k*, der deutlichste im ganzen Spectrum ist. Bei einer noch schwächeren Kraft erscheint er als eine sehr schwarze und deutliche Linie. Eine Doppellinie jenseits

l vervollständigt die Gruppe *l*, nach welcher eine andere merkwürdige Gruppe *m* kommt, bestehend aus fünf Linien oder Streifen. Die erste derselben ist etwas schattirt, doch an ihrer brechbareren Seite scharf abgeschnitten, allein die übrigen, vor allem die zweite und dritte, wie ich glaube, sind besonders dunkel und wohl begränzt. Ich habe die mittlere Linie *m* hervorgehoben, nicht weil sie deutlicher sey als die benachbarten, sondern weil sie in der Mitte liegt. Nach einer sehr schwachen Gruppe, scheinbar bestehend aus vier Linien, kommt eine andere sehr deutliche Gruppe *n*, bestehend aus zwei Paaren dunkler Streifen, auf welches ein andres Paar breiter und sehr dunkler Streifen folgt. Der erste dieser ist ein gutes Theil breiter als der zweite, allein nicht so breit als der Streifen *H*; dem zweiten folgt eine feine Linie. Diese ist, so weit genommen, leicht zu sehen; allein bei hellem Sonnenschein und bei etwas sorgfältiger Anordnung des Apparats erblickt man viel weiterhin eine Gruppe von sechs Linien. Die beiden ersten dieser sind nur mäfsig dunkel und die erste ist etwas verworren, sie stehen etwas ab von den übrigen und etwas dichter zusammen wie diese. Von den letzteren ist die erste, *o*, sehr stark, in Anbetracht der Schwäche des Lichts, welches sie unterbricht; die zweite und dritte sind schwach, und schwer zu sehen; die vierte *p* ist schwarz wie die erste und ein gutes Theil breiter. Die Linie *p* liegt, nach einer Messung, so weit jenseits *H*, als *H* jenseits *b*. Im hohen Sommer und unter den günstigsten Umständen habe ich ein Paar Mal noch weiterhin zwei breite verwaschene Streifen gesehen. Der erste derselben schien in zwei auflösbar zu seyn. Das ungemein schwache Licht, welches man jenseits des zweiten sah, schien im Abstand von etwa 0,2 Zoll etwas plötzlich aufzuhören, wie wenn dort der Rand eines andern dunklen Streifens wäre, jenseits dessen nichts gesehen werden konnte. Um die zuletzt erwähnten verwaschenen Streifen zu sehen, und ebenso, um die Gruppe *p* am besten wahrzunehmen, war es nöthig, den centralen Theil des auf die Prismen einfallenden Bün-

dels dicht an deren Kanten durch sie hinzuleiten, so dafs offenbar ein grofser Theil des Lichts beim Durchgang durch sämmtliche Prismen verloren ging. Dieser Umstand, verbunden mit anderen, die ich beobachtete, überzeugte mich, dafs das grofse Hindernifs, die festen Linien in diesem Theile des Spectrums zu sehen, in der Opacität des Glases bestehe. Wäre das Glas für die unsichtbaren Strahlen von sehr hoher Brechbarkeit so klar wie es für die Strahlen des sichtbaren Spectrums es ist, ich weifs nicht, wie viel ich noch ferner zu sehen vermocht hätte.

Ich bemühte mich, die festen Linien meiner Abbildung zu identificiren mit denen in Hrn. Silbermann's Zeichnung vom chemischen Spectrum, von der ich durch die Güte meines Freundes, des Prof. Thomson, eine Copie erhalten hatte. Ich bin indefs noch ungewifs hinsichtlich der Identification. Hrn. Silbermann's Zeichnung ist so viel detailirter als die meinige und mufs mit einem so viel reineren Spectrum gemacht worden seyn, dafs die beiden Liniensysteme nicht direct vergleichbar sind.

23. Wegen der Schwierigkeit der Identification könnten einige Personen geneigt seyn zu glauben, die chemischen Strahlen und die vom blauen Licht in einer Chininlösung erzeugten seyen verschiedener Natur und jede Art hätte ihr eigenes System von festen Linien. Meinerseits war ich zu wohl bekannt mit dem Proteus-Charakter der festen Linien, als dafs ich hätte die Schwierigkeit der Identification für einen triftigen Grund zu einer solchen Ansicht halten sollen. Und dafs diese Schwierigkeit aus nichts anderem entspringt als aus den verschiedenen Graden der Reinheit der Spectra, das ist nun aufser Zweifel gesetzt, denn mein Freund, Hr. Kingsley vom *Sidney Sussex College*, dem ich kürzlich einige der in dieser Abhandlung beschriebenen Versuche zeigte, hat die Güte gehabt, einige Photographien von Spectris zu machen, die nahe denselben Grad von Ausdehnung und Reinheit besafsen, wie die, mit denen ich arbeitete, und diese zeigen die festen Linien

genau wie sie in einer Lösung von schwefelsaurem Chinin und in anderen Medien erscheinen [1]).

24. Die Lage eines Punktes im Spectrum, der nicht mit einer der festen Linien zusammenfällt, werde ich durch Beziehung auf zwei dieser Linien angeben, in folgender, durch ein Beispiel leicht verständlicher Weise. Es werden nämlich bezeichnen $\frac{1}{2}GH$, $G\frac{1}{2}H$, $GH\frac{1}{2}$ respective die Lage eines um den halben Abstand zwischen *G* und *H* unter *G* liegenden Punkts, eines mitten zwischen *G* und *H* gelegenen, und eines eben so weit über *H* liegenden Punkts. Beim Gebrauche dieser Bezeichnung sollen die Buchstaben, welche die festen Linien bezeichnen, in Ordnung ihrer Brechbarkeit geschrieben werden, und der Bruch, der den Theil des Zwischenraums dieser Linien ausdrückt, den man sich als gemessen zu denken hat, wird vor, zwischen oder hinter diese Buchstaben gesetzt, je nachdem die Messung zu nehmen ist von der ersten Linie in negativer Richtung, von der ersten Linie in positiver Richtung oder von der zweiten Linie in positiver Richtung, dabei die Richtung der wachsenden Brechbarkeit als positiv genommen.

25. Aus den bereits beschriebenen Versuchen geht hervor, dafs der in Sir David Brewster's Versuchen beobachtete dispergirte Lichtbündel, aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen bestand, einem blofs an Staubtheilchen reflectirten, und einem von weit merkwürdigerem Ursprung. Es wird zweckmäfsig seyn, Namen für diese beiden Arten von Dispersion zu haben, und demgemäfs werde ich sie respective *falsche innere Dispersion* und *wahre innere Dispersion* nennen, oder, wenn der Zusammenhang hinlänglich lehrt, dafs von innerer Dispersion die Rede ist, kurz *falsche* und *wahre Dispersion.* Wenn von Dispersion schlechtweg gesprochen wird, so ist damit die wahre gemeint. Gegenwärtig, da einleuchtet, dafs die blofse Reflexion das Licht an mechanisch in der Flüssigkeit schwebenden Theilchen nichts zu schaffen hat mit jener merk-

1) Siehe die Note *A* am Schlufs.

würdigen Art von innerer Dispersion, welche durch die „*Quaquaversus-Polarisation*“ charakterisirt ist, so hat das Phänomen der falschen Dispersion in optischer Hinsicht viel von seinem Interesse verloren, während andrerseits das Phänomen der wahren Dispersion, welches schon merkwürdig war, ein erhöhtes Interesse erlangt. Es wird zweckmäfsig seyn, hier die Hauptkennzeichen zur Unterscheidung der wahren und falschen Dispersion anzugeben, obwohl dadurch die Resultate von noch zu beschreibenden Beobachtungen einigermaafsen anticipirt werden.

26. Bei der wahren Dispersion sieht das dispergirte Licht vollkommen continuirlich aus; bei der falschen dagegen erscheint es gewöhnlich mehr oder weniger funkelnd, und bei näherer Ansicht löst es sich auf entweder gänzlich in helle Pünktchen oder wenigstens so weit, dafs es den Eindruck macht, die nicht völlige Auflösung rühre blofs vom Mangel einer hinreichenden Vergröfserungskraft her.

Bei der wahren Dispersion ist das dispergirte Licht vollkommen unpolarisirt; bei der falschen dagegen ist das Licht, unter gehöriger Neigung, fast vollständig in der Reflexionsebene polarisirt.

Bei der falschen Dispersion, als einem blofsen Reflexionsphänomen, hat das Licht natürlich dieselbe Brechbarkeit wie das einfallende Licht. Bei der wahren Dispersion dagegen entsteht heterogenes Licht aus einem homogenen Bündel, das auf den die Dispersion bewirkenden Körper einfällt.

27. Bei den starren oder flüssigen Körpern, welche das Vermögen zur inneren Dispersion in hohem Grade besitzen, wird die dabei entstehende Farbe sichtbar, wenn man den Körper dem gewöhnlichen Tageslicht aussetzt und in solcher Richtung auf denselben sieht, dafs das regelmäfsig reflectirte Licht nicht in das Auge tritt, während man das durchgelassene Licht durch Dahinterhalten eines Stückes von schwarzem Tuch oder Sammt oder durch eine ähnliche Vorrichtung ausschliefst. Es ist üblich ge-

worden, von der so auftretenden Farbe als von einer reflectirten zu sprechen. Da aber jetzt einleuchtet, dafs die Ursache sehr verschieden ist von der gewöhnlichen Reflexion, so scheint es ungehörig, diesen Ausdruck noch länger ohne Weiteres zu gebrauchen, und demgemäfs werde ich die Erscheinung als *dispersive Reflexion* aufführen [1]). Dispersive Reflexion ist dann nichts anderes, als innere Dispersion betrachtet als in besonderer Weise gesehen.

28. Die bei der dispersiven Reflexion auftretende Farbe wird in eigenthümlicher Weise durch das Absorptionsvermögen des Mediums modificirt. Zunächst besteht das Licht, welches in gegebener Richtung in das Auge tritt, aus Portionen, welche von Theilchen, die in verschienen Abständen von der Austrittsfläche des Lichtes liegen, dispergirt worden sind. Das Wort Theilchen (*Particle*) gebrauche ich hier als synonym nicht mit *Molecul,* sondern mit *Differential - Element.* Betrachten wir ein besonderes Theilchen, so hatte das Licht, welches es in das Auge sendet, das Medium zu durchdringen, erst um das Theilchen zu erreichen, und dann um zurück ins Auge zu gelangen. Wegen der Brechbarkeitsveränderung, welche bei der Dispersion stattfindet, ist der Effect der Absorption des Mediums längs den beiden Theilen des Weges durch das Medium verschieden, so dafs dieser Effect betrachtet werden kann als Function zweier independenten Variablen, nämlich der Länge des Weges vor und nach der Dispersion; wogegen, wäre das Licht blofs an farbigen, in Schwebe gehaltenen Theilchen reflectirt worden, der Effect der Absorption eine Function von blofs einer independenten Variablen, nämlich der Länge des ganzen Weges in dem Medium, gewesen seyn würde.

29. Ist eine Flüssigkeit reich an falscher Dispersion, so kann diese sogleich, ohne Hülfe eines der erwähnten Kennzeichen, vom Auge entdeckt und somit von der wah-

1) Ich bekenne, dieser Ausdruck gefällt mir nicht. Am liebsten möchte ich ein Wort prägen, die Erscheinung *Fluorescenz* nennen, von Flufsspath, ähnlich wie *Opalescenz* von Opal hergeleitet ist.

ren Dispersion unterschieden werden. Ist eine Flüssigkeit frei von falscher Dispersion, so erscheint sie beim Hindurchsehen ganz klar, wenn sie auch sehr farbig ist, und sie kann sogar das Vermögen zur wahren inneren Dispersion in solchem Maafse besitzen, dafs sie, gehörig beschaut, eine reichliche dispersive Reflexion entfaltet. Bei reichlicher falscher Dispersion hat dagegen die Flüssigkeit, wenn sie auch nicht ganz trübe ist, wenigstens beim Durchsehen, ein gewisses opalescirendes Ansehen, welches das Auge, bei einiger Uebung, in den meisten Fällen leicht erkennt. Sieht man das Phänomen der dispersiven Reflexion, wie es sich in einer Flüssigkeit zeigt, so könnte man meinen, die Flüssigkeit wäre Wasser oder sonst eine klare farblose Flüssigkeit, die eine Wasserfarbe im Zustande ungemeiner Zertheilung schwebend enthielte. Hält man die Flüssigkeit vor das Auge, um sie im durchgelassenen Lichte zu betrachten oder besser um durch sie auf einen hellen wohl begränzten Gegenstand zu sehen, so wird die Täuschung augenblicklich gehoben. Der Grund dieses Unterschiedes ist leicht erklärlich und wird weiterhin angegeben werden.

30. Licht wird in dieser Abhandlung *thätig* genannt, wenn es in seiner Fähigkeit, anderes Licht durch innere Dispersion zu erzeugen, betrachtet wird. Ein Medium soll *empfindlich* heifsen, wenn es unter dem Einflufs von (sichtbarem oder unsichtbarem) Licht, das auf dieselbe einfällt, dispergirtes Licht zu entfalten vermag; im entgegengesetzten Fall soll es *unempfindlich* genannt werden.

Ich will nun zur Beschreibung der Erscheinungen übergehen, die einige der wegen ihrer Empfindlichkeit merkwürdigsten Substanzen darbieten.

Absud der Rinde von Rofskastanien (*Aesculus hippocastanum*).

31. In Sir John Herschel's zweitem Aufsatz wird angegeben, dafs das Aesculin vollkommen die sonderbaren Eigenschaften besitze, welche er früher am Chinin auffand. Nach vergeblichem Bemühen, mir das erstere Alkali zu verschaffen, beruhigte es mich, davon abstehen zu müssen, als

ich fand, wie bewundernswürdig ein bloſser Absud oder Aufguſs von der Rinde des Baumes allen Zwecken der Beobachtung entsprach.

Diese Flüssigkeit ist sogar empfindlicher als eine Lösung von schwefelsaurem Chinin, und dispergirt wie diese blaues Licht. Was von der Dispersionsweise in der letzteren Flüssigkeit gesagt ist, gilt fast in allen Punkten von der ersteren. Der Hauptunterschied besteht nur darin, daſs bei dem Roſskastanien - Absud die Dispersion früher im Spectrum beginnt als bei der Chininlösung. In einer Lösung von schwefelsaurem Chinin, beginnt, wie wir gesehen, die Dispersion etwa bei $G \frac{1}{2} H$, indem die ungemein schwache Dispersion, welche sich früher zeigt, gar nicht in Betracht kommt; bei dem gehörig verdünnten Absud von Roſskastanienrinde fängt sie etwas vor G an. Dieſs erklärt den Grund einer Beobachtung Sir David Herschel's, welcher bemerkt: »Ein Lichtbündel, das durch die Aesculinlösung gegangen ist, dispergirt blaues Licht, doch nicht so reichlich, wenn es durch Chininlösung geleitet wird; allein das durch Chininlösung gegangene Bündel wird beim Durchgang durch Aesculin reichlich dispergirt«[1]).

Grüner Fluſsspath von Alston Moor.

32. Wie bekannt zeigen einige Fluſsspath - Varietäten eine Art von Doppelfarbe. Eine zu Alston Moor vorkommende Varietät, welche im durchgelassenen Lichte grün ist, zeigt, in gewisser Weise betrachtet, eine schöne dunkelblaue Farbe. Diese Farbe scheint von Sir John Herschel als bloſs oberflächlich betrachtet worden zu seyn. Es ist indeſs von Sir David Brewster gezeigt worden, daſs sie von einem im Innern des Krystalls dispergirten Lichte herstammt und keine besondere Beziehung zur Oberfläche besitzt.

Der zu den folgenden Beobachtungen angewandte Krystall war, im durchgelassenen Lichte betrachtet, schön grün, obwohl nicht intensiv. Betrachtete man durch denselben

1) *Philosoph. Magaz.* (1848, *June*) *Vol. XXXII, p.* 406.

ein reines Spectrum, so zeigte dieses im Roth einen dunklen Absorptionsstreifen, welcher schmal, aber keineswegs intensiv war. Durch dispersive Reflexion zeigte der Krystall ein reichliches Dunkelblau.

33. Leitete man in den Krystall einen Kegel Sonnenlicht, gebildet durch eine Linse von kurzer Brennweite, und zerlegte das dispergirte Bündel, so erwies es sich bestehend aus sehr wenig Roth, dem ein dunkler Raum folgte, dann aus Grün, unten schwach gesäumt mit den weniger brechbaren Farben bis herab vielleicht zum Orange, darauf aus Blau oder Blaugrün, dem ein groſser Theil von Indigo oder Violett folgte. Auſser der Lücke im Roth, war das übrige Spectrum auch nicht ganz stetig, denn ein nicht sehr breiter Streifen von bläulichem Grün, war durch matte (*dusky*) Streifen von dem Grün darunter und dem Indigo darüber getrennt. Der getrennte rothe Streifen und die beiden matten Streifen waren alle so schwach, daſs man sie nur schwierig sehen konnte.

Das dispergirte Bündel ergab sich leicht als ein wahrhaft dispergirtes, denn es war unpolarisirt, und wurde von einem blaſs braunem Glase in der ersten Stellung fortgenommen, obgleich in der zweiten Stellung gröſstentheils durchgelassen.

34. Bei Untersuchung des Krystalls nach der dritten Methode war das Resultat im Allgemeinen dem beim schwefelsauren Chinin sehr ähnlich. Die Dispersion begann auf halbem Wege zwischen *G* und *H* und erstreckte sich von da bis über *H* hinaus. Sie war am stärksten um *H* herum. Die festen Linien waren in schöner Deutlichkeit als dunkle Ebenen in dem Krystalle zu sehen. Die Gruppen *H*, *l*, *m* waren ganz deutlich, und *n* lieſs sich ohne Schwierigkeit sehen. Ich habe selbst einige der festen Linien der Gruppe *p* erblickt. Die Farbe des dispergirten Licht schien überall so gleichförmig wie möglich zu seyn. Der Abstand, bis zu welchem das Licht von der Oberfläche ab verfolgt werden konnte, verringerte sich, mit Zunahme der Brechbarkeit des einfallenden Lichts, nicht ganz so rasch in diesem Krystall,

stall, wie es bei der Lösung des schwefelsauren Chinins der Fall gewesen. In der That war es schwierig zu sagen, wie weit die Abnahme der Tiefe, bis zu welcher die einfallenden Strahlen mittelst des von ihnen erzeugten dispergirten Lichts verfolgt werden konnten, blofs herrührte von zunehmender Schwäche des Lichts, und wie weit sie eine wirkliche Zunahme der Absorptionskraft des Krystalls anzeigte; wogegen die Erscheinung beim schwefelsauren Chinin unzweifelhaft eine sehr rasche Zunahme des Absorptionsvermögens kund gab.

35. Bei Untersuchung des Krystalls nach der zweiten Methode war die Erscheinung im Allgemeinen dieselbe wie beim schwefelsauren Chinin, allein es fehlte das Bündel von falsch dispergirtem Licht. Neben dem reichlichen Bündel von tief blauem Licht, welches durch die brechbarsten Strahlen dispergirt wurde, gab es aber noch ein schwaches Bündel von rothem oder röthlichem Licht, dispergirt durch Strahlen von niederer Brechbarkeit. Dieses Bündel war zu schwach, als dafs man es bei der dritten Untersuchungsweise hätte sehen können. Ich will daran erinnern, dafs die prismatische Zerlegung des durchgegangenen Lichts einen Absorptionsstreifen in dem Roth lieferte. Ein anderer Krystall von blasser Farbe, der keinen solchen Absorptionsstreifen im Roth gab, zeigte, bei Untersuchung nach der zweiten Methode, nichts als das blaue Bündel von dispergirtem Licht.

36. Bei Untersuchung des Krystalls nach der vierten Methode erwies sich das äufserste Roth unthätig. Die Thätigkeit begann etwa an der brechbarsten Gränze des Roths, welches ein tief blaues Glas durchläfst, und das dispergirte Licht war roth, aber äufserst schwach. Bei Verschiebung der Linse vorwärts durch das Spectrum wurde das dispergirte Licht rasch heller und verschwand alsdann. Als es am hellsten war, wobei es sich dennoch für eine prismatische Zerlegung zu schwach erwies, schien es aus einem nicht ganz homogenen Licht von etwas geringerer Brechbarkeit als die des activen Lichts zu bestehen. Auf einer

bedeutenden Strecke weiter wurde keine merkliche Dispersion hervorgebracht. Das dispergirte Licht wurde wieder wahrnehmbar, wenn das thätige Licht zum Grüngelben gehörte, aber nicht bis zum Blauen, je nach der Intensität des einfallenden Lichts. Als die Linse fortgeschoben wurde, blieb das dispergirte Licht eine beträchtliche Zeit lang schwach. Es war erst röthlich, dann bräunlich mit einer seiner Farbe entsprechenden Brechbarkeit. War das thätige Licht bei oder nahe bei $G\frac{1}{2}H$, so wurde das dispergirte Licht rasch viel heller und schönblau. Bei Zerlegung fand es sich als bestehend aus Strahlen, deren Brechbarkeit zwischen weiten Gränzen lag. Die rothen Strahlen fehlten jedoch fast gänzlich, während die zum brechbareren Theil des Spectrums gehörigen Strahlen, die aus der Zerlegung des dispergirten Bündels hervorgingen, besonders reichlich da waren. Die brechbarste Gränze des dispergirten Lichts erreichte in Brechbarkeit nicht ganz das thätige Licht. Am reichlichsten war das dispergirte Licht vorhanden, wenn das thätige Licht zur Nachbarschaft von H gehörte. Bei Fortschiebung der Linse, wurde das dispergirte Licht weniger hell und allmälig verschwand es.

Lösung von Guajac in Alkohol.

37. Diefs ist eins der Media, von denen Sir David Brewster bemerkt, »dafs es hauptsächlich durch die Schicht nahe an seiner Oberfläche ein schön violettes Licht dispergire.«

Als diese Flüssigkeit nach der dritten oder vierten Methode untersucht ward zeigte sie eine starke innere Dispersion, die viel weiter herab im Spectrum deutlich zu werden begann, als in den schon beschriebenen Fällen. Beim Beobachten nach der dritten Methode schien die wahre Dispersion gegen das Ende des Grün anzufangen, und das dispergirte Licht war röthlich-braun. Bei der vierten Methode konnte die Dispersion bis herab zu $D\frac{1}{3}b$ verfolgt werden, und das dispergirte Licht war röthlich. Als die Linse in Richtung vom Roth zum Violett verschoben wurde, traten

nach einander die brechbareren Farben in das dispergirte Bündel, und dasselbe wurde successive bräunlich, gelblich, grünlich und bläulich. In welchem Theile des Spectrums die Linse sich auch befinden mochte, so ergab sich doch, dafs der brechbarste Theil des dispergirten Bündels von niederer Brechbarkeit war als das thätige Licht. Diefs konnte leicht mit Hülfe des falsch dispergirten Lichtbündels ermittelt werden, welches so lange immer sichtbar war als das thätige Licht zum sichtbaren Theil des Spectrums gehörte.

38. Bei der dritten Anordnung wurden die festen Linien wie zuvor mittelst des dispergirten Lichts gesehen, allein in dieser Flüssigkeit waren sie viel weiter herab im Spectrum sichtbar als in der Lösung des schwefelsauren Chinins. Die Gruppe *H* wurde auf einem grünlichen Grund gesehen. Um die Gruppe *l* herum war der Grund noch grünlich, allein das dispergirte Licht nicht sehr reichlich. Das schön violette Licht, dessen Sir David Brewster erwähnt, wird nur durch Strahlen von äufserst hoher Brechbarkeit erzeugt, und es erstreckt sich vom Beginn der Gruppe *m* bis zu Ende der Gruppe *n* und selbst weiter. Dieser Theil der Dispersion ist am besten mit einer etwas verdünnten Lösung zu sehen.

39. In einer Guajaclösung, gerade wie in einer Lösung von schwefelsaurem Chinin, wächst das Absorptionsvermögen sehr rasch mit der Brechbarkeit des Lichts. Diefs zeigt sich durch die schnelle Abnahme des Abstandes von der Oberfläche, bis zu welchem das dispergirte Licht verfolgt werden kann. Der Grund, weshalb das violette dispergirte Licht auf eine sehr dünne, der Oberfläche, durch welche das Licht eintritt, anliegende Schicht beschränkt ist, ist einfach der, dafs die Flüssigkeit für die unsichtbaren Strahlen jenseits des extremen Violetts so nahe opak ist, dafs alle solche Strahlen, während das Licht durch eine sehr dünne Schicht der Flüssigkeit geht, absorbirt werden.

40. Bei einer concentrirten Flüssigkeit ist die Farbe von beträchtlicher Tiefe. In allen solchen Fällen ist es

nöthig, die von Sir David Brewster erwähnte Vorsicht zu treffen, das einfallende Bündel so nahe als möglich an der oberen Fläche durchzuleiten, so dafs es sie eben streift. Sonst würde die Absorption des Mediums die Farbe des dispergirten Bündels modificiren.

41. Die Chinin- und die Guajaclösung zeigen einen auffallenden Gegensatz rücksichtlich der Farbenveränderung des dispergirten Bündels. In der ersten Lösung ist die Veränderung nur gering, wenn man den sehr schwachen Theil der Dispersion ausnimmt; in der letzten dagegen läuft die prismatische Farbe, welche den nächsten Bestandtheil (*match*) der zusammengesetzten Farbe des dispergirten Bündels ausmacht, fast durch das ganze Spectrum, so wie die Brechbarkeit des thätigen Lichts übergeht von der der grünen Strahlen zu der der unsichtbaren, weit jenseits des äufsersten Violetts liegenden Strahlen.

Curcumaetinktur.

42. Diese Flüssigkeit ist sehr empfindlich und zeigt eine sehr reichliche dispersive Reflexion von grünlichem Licht. In der Weise der inneren Dispersion ähnelt sie sehr einer Guajaclösung, allein die endliche Farbe des dispergirten Lichts entspricht nicht einer so hohen mittleren Brechbarkeit. Bei Untersuchung der Flüssigkeit nach der dritten Methode schien die wahre Dispersion bei etwa *b* anzufangen. Das Absorptionsvermögen war für Strahlen von hoher Brechbarkeit so grofs, dafs (bei einer nicht durch Alkohol verdünnten Tinktur) von etwas über *F* bis zu Ende das dispergirte Licht auf die blofse Oberfläche begränzt zu seyn schien. Bei der vierten Methode liefs sich die Dispersion wie gewöhnlich etwas tiefer herab im Spectrum verfolgen. Bei erster Wahrnehmung des dispergirten Bündels, war dasselbe fast homogen, und seine Brechbarkeit war nur sehr wenig schwächer als die des thätigen Lichts. Sowie die Brechbarkeit des thätigen Lichts zunahm, traten neue Farben, nach Ordnung ihrer Brechbarkeit, in das dispergirte Bündel und dieses wurde immer zusammengesetzter,

während zugleich seine obere Gränze sich deutlich absonderte von dem Bündel des falsch dispergirten Lichts, welches, wenn das gesammte dispergirte Bündel durch ein Prisma zerlegt wurde, sich immer dem andern vorausliegend fand. Die Farbe des dispergirten Bündels ging vom Orange durch Gelb in Gelbgrün über, welches seine letzte Farbe war. Die Curcumaetinktur ist wohl geeignet, die festen Linien im unsichtbaren Theil des Spectrums zu zeigen, doch vielleicht nicht ganz so gut wie eine Lösung von schwefelsaurem Chinin.

Alkoholisches Extract von Stechapfelsamen (*Datura Stramonium*).

43. Diese Flüssigkeit, welche zu versuchen ich durch Sir David Brewster's Aufsatz veranlafst ward, erwiefs sich merkwürdig empfindlich; sie zeigte eine reichliche dispersive Reflexion von blassem, aber lebhaftem Grün. Die Erscheinungen sind im Allgemeinen denen bei einer Lösung von schwefelsaurem Chinin so nahe gleich, dafs sie keiner besonderen Beschreibung bedürfen. Der Haupt-Unterschied besteht in der Farbe, welche, statt blau, grün ist. Aufser dem Grün dispergirt aber die vorliegende Flüssigkeit ein rothes Bündel unter dem Einflufs gewisser rother Strahlen. Als die bei der vierten Untersuchungsmethode angewandte Linse von dem äufsersten Rothe ab vorgeschoben wurde, war das Licht anfangs unthätig; so wie aber die Linse einen gewissen Punkt des Spectrums erreicht hatte, erschien plötzlich ein rothes Bündel von wahrhaft dispergirtem Licht, welches beim weiteren Vorrücken der Linse fast eben so schnell wieder verschwand. Bei dieser Beobachtungsweise liefs sich die Brechbarkeit des dispergirten Lichts kaum unterscheiden von der des thätigen; allein als ich die erste und dritte Methode combinirte, indem ich die Linse fortnahm, das Gefäfs genau in den Brennpunkt stellte, und ein blaues Glas abwechselnd vor dem Gefäfs und vor dem Auge hielt, überzeugte ich mich, dafs das wahrhaft dispergirte Bündel, genommen als Ganzes, eine

geringere Brechbarkeit besafs als das Licht, durch welches es erzeugt war. Die Nützlichkeit des blauen Glases beruhte darauf, dafs das obere Ende des äufsersten Roth, welches es durchliefs, nahe zusammenfiel mit dem Punkt des Spectrums, an welchem der rothe Strahl auftrat. Dieser rothe Strahl entsprang ohne Zweifel aus der Gegenwart einer kleinen Menge von Chlorophyll oder einer der Abänderungen desselben. Das von der Flüssigkeit durchgelassene Licht zeigte bei prismatischer Zerlegung den für jene Substanz so charakteristischen Absorptionsstreifen im Roth.

Die Farbe der Lösung war ein blasses Braungelb; ohne Zweifel würde sie noch blässer und vielleicht fast farblos gewesen seyn, hätte sie die empfindliche Substanz, von der die grüne Dispersion herstammte, in gleicher Menge, aber im Zustande der Reinheit, enthalten. So wie sie war, war die Flüssigkeit doch blafs genug, um, wenn sie in ein Reagenzglas gegossen und gegen ein Fenster gehalten wurde, einen schmalen Bogen auf Seite des einfallenden Lichtes zu zeigen, wie das schwefelsaure Chinin, nur grün, statt blau.

Häufigkeit des Vorkommens einer wahren inneren Dispersion von gleichem allgemeinen Charakter als die in den oben beschriebenen Fällen stattfindende.

44. Ausgenommen das rothe dispergirte Bündel, welches im Flufsspath und im Stechapfel-Extract von rothen Strahlen hervorgebracht wird, hat die Art der inneren Dispersion in den bisher beschriebenen Fällen eine grofse Aehnlichkeit. So wie die Brechbarkeit des einfallenden Lichts fortwährend zunimmt, sind die Strahlen erst unthätig. Bei einem gewissen Punkt des Spectrums, welcher nach Umständen variirt, beginnt die wahre Dispersion merklich zu werden, obwohl anfangs schwach. Nachdem sie eine Strecke entlang schwach gewesen ist, wird sie reichlicher. Durch das ganze Violett und darüber hinaus bleibt sie sehr reichlich und verschwindet allmälig. Sie besteht anfangs aus Licht von verhältnifsmäfsig niederer Brechbarkeit, und

darauf treten neue Farben nach Ordnung ihrer Brechbarkeit ein. Häufig erfolgt die Veränderung der prismatischen Zusammensetzung zum gröſsern Theil, wenn noch das dispergirte Licht sehr schwach ist, so daſs man, practisch gesprochen, fast sagen kann, die Farbe sey gleichförmig. Zuweilen ist, wenn die Dispersion eben anfängt, das dispergirte Licht fast homogen und von einer Brechbarkeit, die der des thätigen Lichtes so nahe gleich ist, daſs das wahrhaft dispergirte Bündel von dem falschen kaum getrennt werden kann.

45. Dieſs ist nun, so weit ich beobachtet habe, bei weitem der gemeinste Fall von wahrer innerer Dispersion, obgleich das Phänomen zuweilen auffallende Sonderbarkeiten zeigt. In dem Aufsatz, in welchem Sir David Brewster zuerst die innere Dispersion ankündigte, bemerkt er, es sey eine Erscheinung, die fast immer in pflänzlichen Lösungen vorkomme, aber fast nie in chemischen und in farbigen Gläsern [1]). Meinerseits habe ich selten eine pflänzliche Lösung angetroffen, welche nicht mehr oder weniger das Phänomen der *wahren* innern Dispersion zeigte. Ihr Daseyn kann im Allgemeinen folgendermaſsen leicht entdeckt werden. Nachdem man das Licht horizontal durch eine Linse hin reflectirt, und in den Brennpunkt der letzteren ein Gefäſs mit der Flüssigkeit gestellt hat, fängt man mit einem tiefblauen Glase das auf das Gefäſs fallende Licht auf. Dann stellt man ein blaſs-braunes Glas von der geeigneten Art so auf, daſs es erst das einfallende und dann das dispergirte Licht auffängt. Ein Gefäſs mit flachen Seiten, gefüllt mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin, würde besser seyn und dann ist man der Versetzung des Mediums in die zweite Stellung überhoben, da das Medium beinahe durchsichtig ist. Zuweilen ist es nützlich, die Zerlegung durch ein doppeltbrechendes Prisma oder ein Kalkspathrhomboëder zu Hülfe zu nehmen. Auf diese Weise kann man die wahre innere Dispersion oft in einer wirk-

1) *Edinburgh Transactions Vol. XII. p.* 542 (Ann. Bd. 73, S. 531).

lich trüben Flüssigkeit entdecken, in welcher, wollte man den Effect des einfallenden Lichtes als ein Ganzes beobachten, die wahre Dispersion durch die ungeheure Menge der falschen ganz verdeckt werden würde.

46. Die Flüssigkeiten, welche man durch Ausziehen von Blättern und anderen Pflanzentheilen mit Alkohol oder heifsem Wasser erhält, sind, so weit ich beobachtet habe, fast immer empfindlich. Die wäfsrigen Lösungen gähren bald und sind in den ersten Stufen der Gährung oft höchst empfindlich; mehr oder weniger sind sie es gewöhnlich in allen Stufen. Verschiedene Fungus-Arten liefern sehr empfindliche Lösungen. Da wäfsrige Lösungen durch Zersetzung trübe werden, so kann man andere klare und oft höchst empfindliche Flüssigkeiten durch chemische Processe darstellen. Port- und Sherry-Wein sind entschieden empfindlich. In solchen Fällen ist die Flüssigkeit eine Mischung von mehren Substanzen, von denen einige empfindlich, andere unempfindlich sind. Isolirte Pflanzensubstanzen sind häufig unempfindlich oder auch, bei Untersuchung in sehr concentrirten Strahlen von hoher Brechbarkeit, so sehr schwach empfindich, dafs es ganz unmöglich ist zu sagen, ob diese Spur von Empfindlichkeit nicht von einer Unreinheit herrühre. So wurden verschiedene Lösungen, die Zucker, Salicin, Morphin, Strychnin, u. s. w. enthielten, als unempfindlich befunden. Eine Lösung von Veratrin in Alkohol zeigte sich empfindlich in ziemlich hohem Grade, ein bläuliches Licht innerlich dispergirend. Sir David Brewster bemerkte, dafs eine Lösung von schwefelsaurem Strychnin in Alkohol Licht dispergirte, *nachdem sie einige Tage gestanden hatte.* Diese Beobachtung habe ich bestätigt gefunden; einige Zeit nach ihrer Bereitung zeigte die Lösung eine *wahre* Dispersion, obwohl nicht sehr reichlich. Es unterliegt geringem Zweifel, dafs hier die empfindliche Substanz nicht Strychnin ist, sondern ein Zersetzungsproduct desselben. Ich komme nun zu einigen Fällen von innerer Dispersion, welche weit auffallender sind.

Lösung von Blattgrün in Alkohol.

47. Es war diese sehr merkwürdige Flüssigkeit, bei welcher Sir David Brewster, als er sich mit der Absorption beschäftigte, das Phänomen der inneren Dispersion zuerst entdeckte. Die innere Dispersion einer Blattgrün-Lösung hat einen nicht minder merkwürdigen Charakter als die Absorption derselben. Wegen des innigen Zusammenhanges, der zwischen den beiden Phänomen stattzufinden scheint, wird es nöthig seyn, erst einige Worte über das letztere zu sagen.

Behandelt man grüne Blätter mit Alkohol, so erhält man eine Flüssigkeit, die in mäfsiger Dicke schön smaragdgrün, in grofser Dicke aber roth ist, und eine sehr merkwürdige Wirkung auf das Spectrum ausübt. Eine gute Anzahl der folgenden Beobachtungen über die innere Dispersion des Blattgrüns wurde mit einer Lösung gemacht, die dadurch erhalten war, dafs man Blätter von gemeinen Nesseln erst mit Wasser abkochte, und dann, nachdem sie durch Pressen zwischen Fliefspapier theilweise getrocknet worden, kalt mit Alkohol behandelte. Nesselblätter wurden gewählt, theils weil sie das Kochen ohne Verlust ihrer grünen Farbe aushalten, theils wegen anderer Gründe. Mein Zweck beim Kochen der Blätter war, den grünen Farbestoff in einem der Isolation mehr genäherten Zustand zu erhalten, allein es hatte auch überdiefs den Vortheil, die Lösung weniger zur Zersetzung geneigt zu machen. Und wirklich schien diese Flüssigkeit, bei Aufbewahrung im Dunklen, sich vollkommen unverändert halten zu wollen; obwohl eine Portion von ihr, die starkem Licht ausgesetzt wurde, rasch ihre Farbe veränderte.

48. Wenn frische Blätter im Dunklen oder in nur schwachem Lichte mit Alkohol behandelt werden, so verändert die Farbe der Flüssigkeit sich allmälig und scheint sich (abgesehen von Unreinigkeiten) einem Typus zu nähern, welcher beinahe von der auf diese Weise von Lorbeerblättern erhaltenen Flüssigkeit repräsentirt wird oder von der, welche man durch Behandlung von Theeblättern,

die durch vorheriges Ausziehen mit Wasser zu gutem Theil ihres braunen Farbestoffs beraubt sind, mit Alkohol bekommt. Dieser Typus war mehr ideell als wirklich, da er aus dem Vergleiche verschiedener Fälle abgeleitet worden, bis er verwirklicht zu werden schien durch eine Flüssigkeit, welche entstand, als ich die Kruste, die sich auf dem Boden eines, Blattgrün enthaltenden, Reagenzglases gebildet hatte, abermals in Alkohol löste. Die Substanz, der eine solche Flüssigkeit die eigenthümliche Absorption und innere Dispersion verdankt, mag modificirtes Blattgrün genannt seyn. Die Flüssigkeit selbst ist nicht grün, sondern olivenfarben, und wird bei grofser Dicke roth.

49. Untersucht man Lösungen von Blattgrün und dessen mannigfachen Abänderungen in verschiedener Dicke durch Kerzenlicht, so kann man im Spectrum fünf Absorptionsstreifen sehen. Diese mögen, in Ordnung ihrer Brechbarkeit, No. 1, 2, 3, 4 und 5 heifsen, und die hellen Streifen unter den respectiven dunklen mögen ebenso numerirt seyn. Von den dunklen Streifen befinden sich vier No. 1, 2, 3 und 5 auf Sir David Brewster's Kupfertafel [1]); No. 4 ist in der Abhandlung erwähnt, aber nicht abgebildet auf der Tafel, die einer Dicke entspricht, welche zur Darlegung dieses Streifens nicht hinreicht. Der letzte Streifen auf der Tafel konnte nicht ohne starkes Licht gesehen werden. Die dunklen Streifen No. 1 und 2 liegen im Roth, No. 3 liegt etwa im Gelb oder Grüngelb, No. 4 im Grün und No. 5 erst im Blau. Von diesen ist, bei kleiner Dicke, No. 1 bei weitem der intensivste, und man sieht ihn leicht in einer sehr verdünnten Flüssigkeit. Wie es scheint kann er als chemische Probe für Chlorophyll oder einer der Modificationen desselben dienen. Die Probe wäre sehr leicht anzuwenden, denn man brauchte ein Reagenzglas mit der Flüssigkeit nur mit ausgestrecktem Arme in kleinem Abstande vor eine Kerzenflamme zu halten, und das lineare Bild der letzteren durch ein Prisma zu betrachten.

1) *Edinb. Transactions Vol. XII.*

50. **Frisches und modificirtes Blattgrün sind sehr verschieden sowohl in der Ordnung, in welcher die hellen Streifen absorbirt werden, als in dem Grade, bis zu welchem die dunklen Streifen sich entwickeln, ehe sie vermöge der Absorption des Theils vom Spectrum, worin sie liegen, aufhören sichtbar zu seyn.** In der grünen Flüssigkeit wird der dunkle Streifen No. 5 gewöhnlich nicht gesehen, weil das Spectrum daselbst abgeschnitten ist, sobald nicht eine sehr kleine Dicke angewandt wird. Bei mäfsiger Dicke ist No. 3 und besonders No. 2 gut zu sehen, und No. 1 ist sehr intensiv. So wie die Absorption vorschreitet, werden die hellen Streifen No. 2 und 3 absorbirt, und es bleibt der rothe Streif No. 1, so wie ein grüner Doppelstreif, bestehend aus den beiden hellen Streifen No. 4 und 5, getrennt durch den dunklen Streifen No. 4, welcher um diese Zeit entsteht. Im modificirten Blattgrün sind die dunklen Streifen No. 4 und 5 viel deutlicher als in der grünen Flüssigkeit, allein No. 3 fehlt. Mit einer Dicke, bei welcher die Absorption gut entwickelt ist, sind die hellen Streifen No. 1 und 3 am deutlichsten, und dann kommt No. 2, wogegen in der grünen Flüssigkeit No. 2 und 3 schnell absorbirt werden oder wenigstens No. 2 ganz und No. 3 gröfstentheils.

51. Es ist bemerkenswerth, dafs, besonders bei der grünen Flüssigkeit, das Absorptionsvermögen sich mit der Brechbarkeit des Lichts in einem sehr verschiedenen Verhältnifs zu beiden Seiten des dunklen Streifens No. 1 ändert. Diefs könnte aus der Ordnung, in welcher die hellen Streifen verschwinden, gefolgert werden; allein durch den folgenden leichten Versuch wird es dem Auge sichtbar gemacht. Ein enges Reagenzglas füllte ich zum Theil mit einer Lösung von Blattgrün und setzte dann einige Tropfen Alkohol hinzu, welche obenauf blieben und dort die Flüssigkeit verdünnten; dann brachte ich das Glas vor eine Kerze, und betrachtete das lineare Bild der Flamme durch ein Prisma. In dem unteren Theil war der dunkle Streif No. 1 breit und der helle Streif No. 2 schmal, fast ausge-

löscht; allein in dem oberen Theil war der dunkle Streif No. 1 sehr schmal. Wenn man nun diesen dunklen Streifen an den Seiten aufwärts verfolgte, fand sich, dafs die weniger brechbare Seite fast gerade war, und die Verschmälerung des Streifens dadurch entstand, dafs der helle Streif No. 2 in denselben eingriff. Approximativ genommen, kann man sagen, dafs wenn man, von dem äufsersten Roth ausgehend, einen gewissen Punkt des Spectrums erreicht, die Flüssigkeit plötzlich aus dem Transparenten in das Opake übergeht, und dann allmälig wieder fast transparent wird.

52. Ich will hier bemerken, dafs, obwohl man die vom Blattgrün hervorgebrachte Absorption am besten in einer Lösung studirt, sich doch die Hauptkennzeichen derselben schon sehr gut beobachten lassen, wenn man ein grünes Blatt hinter einem Schlitz so dicht als möglich an eine Kerzenflamme bringt und den Schlitz durch ein Prisma beobachtet.

53. Nach dieser Abschweifung auf die Absorption des Blattgrüns ist es Zeit zur inneren Dispersion desselben überzugehen. Zunächst wenn ein Kegel weifsen Sonnenlichts horizontal und möglichst dicht an ihrer oberen Fläche in die Flüssigkeit geleitet, und das schön rothe Bündel des dispergirten Lichts mit einem Prisma zerlegt wird, findet sich das Spectrum bestehend aus einem hellen rothen Streifen von gewisser Breite, dem ein dunkler Raum folgt und dann ein viel breiterer grüner Streif, der nicht ganz so hell ist. Von falscher Dispersion ist meistens nur wenig da und die vorhandene kann fast gänzlich fortgenommen werden, wenn man das Bündel durch ein Nicol'sches Prisma zerlegt, so dafs man es durch ein winkelrecht gegen die Dispersionsebene polarisirtes Licht betrachtet. Hob man nun das Gefäfs, ohne das Prisma vor dem Auge fortzunehmen, so fand sich, dafs ein dunkler Streif, welcher in der That der Absorptionsstreif No. 1 war, fast genau in der Mitte des hellen rothen Streifens erschien. Bei ferneren Heben des Gefäfses, so dafs die dispergirten Strahlen durch eine noch gröfsere Dicke des Mediums gehen mufsten, ehe

sie das Auge erreichten, nahm der dunkle Streif an Breite zu, und wenn der rothe Streif fast ganz absorbirt war, bestand das Uebriggebliebene aus zwei rothen Kegeln, einen auf jeder Seite des dunklen Streifens, welcher jetzt breiter geworden war. Der ganze Vorgang schien anzuzeigen, dafs das helle rothe Bündel von dispergirtem Licht einen innigen Zusammenhang mit dem intensiven Absorptionsstreifen No. 1 habe.

54. Unter den farbigen Gläsern giebt es eine Combination, die eine sehr auffallende Wirkung ausübt. Wenn ein tief blaues Glas die erste Stellung einnimmt und die Lösung etwas concentrirt ist, beschränkt sich das dispergirte Licht auf eine sehr dünne, dicht an der Oberfläche liegende Schicht und es wird am besten gesehen, wenn man das Gefäfs so stellt, dafs die Oberfläche der Flüssigkeit, zu welcher das Licht eintritt, diefs- oder jenseits ein wenig vom Brennpunkte der Linse absteht, wo dann ein heller Kreis von schönster Karmoisinfarbe sichtbar ist. Man könnte meinen, das Roth aus welchem dieser Kreis hauptsächlich besteht, wäre nichts als das äufserste Roth, welches das blaue Glas durchgelassen habe. Allein es ist leicht zu zeigen, dafs dem nicht so ist. Denn zunächst gestattet die Flüssigkeit dem vom blauen Glase durchgelassenen Roth auch einen ziemlich leichten Durchgang, wogegen das in dem Kreise vorhandene Roth fast auf die Oberfläche der Flüssigkeit beschränkt ist. Ferner ergab sich, dafs ein blafsbraunes Glas, welches das äufserste Roth frei durchliefs, den hellen Kreis fast gänzlich fortnahm, wenn es, ohne das blaue Glas zu entfernen, in die erste Stellung gebracht ward, obgleich es, in die zweite Stellung versetzt, ihn frei durchliefs. Es leuchtet also ein, dafs der helle Kreis nicht von rothen Strahlen herrührte, sondern von den höchst brechbaren, die das blaue Glas durchliefs.

55. Als eine Lösung von Blattgrün nach der dritten Methode untersucht wurde, war die Erscheinung, von der Aufsenseite betrachtet, sehr sonderbar. Die festen Linien in dem ganzen brechbareren Theile des Spectrums erschienen

als Unterbrechungen eines hellrothen, ins Karmoisin fallenden Grundes. Die Schönheit und Reinheit der Farbe, so wie der starke Contrast gegen die Farben, die diesem Theile des Spectrums angehörten, waren sehr auffallend. Bei *H* etwa begann die Farbe ins Braune zu neigen, und die festen Linien jenseits *H* erschienen auf bräunlich-rothem Grund. Dafs der Grund, auf welchem die festen Linien von etwas geringerer Brechbarkeit gesehen wurden, mehr karmoisin als roth war, entsprang ohne Zweifel aus der Beimischung von etwas blauem oder violettem, falsch dispergirtem Licht, und aus der an der Oberfläche der Flüssigkeit stattfindenden Zerstreuung (*scattering*).

56. Beim Herabsehen von oben zeigten sich die vorzüglicheren Absorptionsstreifen als dunkle Zähne, die ihre Spitzen gegen das einfallende Licht wandten und das dispergirte Licht unterbrachen. Dabei ist zu bemerken, dafs das Licht so dicht als möglich an der oberen Fläche durchgeleitet wurde, so dafs also die Absorption, durch welche diese Zähne entstanden, *vor* der Dispersion erfolgte. Auf diese Weise wurden die Orte der Absorptionsstreifen No. 1, 2 und 4 vollkommen klar. No. 3, wie man sich erinnern wird, war keineswegs deutlich. Wenn die Lösung eine gehörige Concentration besitzt, ist die Absorption jenseits des hellen Streifen No. 5 so rasch, dafs die Dispersion auf eine dünne Schicht dicht an der Oberfläche, durch welche das Licht eintritt, beschränkt wird, und deshalb ist kein dem dunklen Streifen No. 5 entsprechender dunkler Zahn sichtbar.

57. Beim Verfolgen des thätigen Lichts längs dem Prisma in Richtung zunehmender Brechbarkeit fand sich, dafs die Dispersion beginnt mit einem hellen, aber schmalen Schweif von reinem rothen Licht, welcher quer durch das Gefäfs schofs. Das Licht, durch welches dieser Schweif erzeugt war, gehörte zu dem brechbareren Theil des äussersten rothen Streifens, den die Flüssigkeit bei mäfsiger Dicke durchläfst. Die Thätigkeit des einfallenden Lichts begann fast plötzlich; dasselbe war der Fall, wie man sich

erinnern wird, mit dem Absorptionsvermögen des Mediums. Hinter dem rothen Lichtschweif kam der intensive Absorptionsstreif No. 1, wo das dispergirte Licht auf die unmittelbare Nachbarschaft der Oberfläche, zu welcher das thätige Licht eintrat, beschränkt war. An dieser Stelle war ein sehr heller Streif von dispergirtem Licht sichtbar, wenn man von aufsen auf das Gefäfs sah. In diesem Theile des Spectrums war das thätige wie das dispergirte Licht roth; allein, dafs die Dispersion von einer Brechbarkeitsveränderung begleitet war, zeigte sich durch die Wirkung absorbirender Media. So wurden der lange rothe Schweif und der dicht an der Oberfläche liegende helle Streif verschiedenartig durch ein blaues Glas afficirt, je nachdem dieses in der ersten oder zweiten Stellung gehalten ward, und der helle Streif war, wenn auch sehr geschwächt, doch noch durch eine bedeutende Dicke der Flüssigkeit ganz sichtbar, während eine Schicht, deren Dicke nur einen sehr kleinen Bruchtheil eines Zolls betrug, hinreichte, die den Streif erzeugenden Strahlen zu absorbiren. Obwohl die Absorption sich durch das ganze Spectrum und noch darüber hinaus erstreckte, so war sie doch in dem hellsten Theil desselben vergleichungsweise schwach. Erst in der Nähe des dunklen Streifens No. 4 wurde sie wieder ziemlich stark und blieb stark durch das Blau und Violett. In dem Grün war das dispergirte Licht roth, mit einem schwachen Stich ins Orange, und in dem Blau und Violett war es roth, etwas ins Braune fallend.

58. Es mag überflüssig scheinen, nach dem Vorhergehenden noch fernere Beweise von der Wirklichkeit einer Brechbarkeits-Veränderung beizubringen. Defsungeachtet dürfte der folgende Versuch, welcher in der ersten Zeit dieser Untersuchungen angestellt wurde, nicht ganz der Beachtung unwerth seyn, da er nicht den Gebrauch von absorbirenden Mitteln oder von falscher Dispersion einschliefst.

Auf die Aufsenseite eines Gefäfses, welches Blattgrün enthielt, wurde ein kleines schmales Dreieck von weifsem

Papier solchergestalt geklebt, dafs seine Axe vertikal war und sein nach oben gekehrter Scheitel in der Höhe der Mitte des Spectrums lag. Dann wurde im Abstande des Bildes vom ersten Schlitz, wo die festen Linien sich bildeten, ein zweiter schmaler senkrechter Schlitz angebracht und seitwärts bewegt, bis das Licht dicht neben der festen Linie *G* durch denselben ging. Darauf wurde das Gefäfs einige Zoll hinter diesem zweiten Schlitz aufgestellt und seitwärts bewegt, bis der bandförmige Bündel von homogenem Licht, welches durch den Schlitz ging, auf den Scheitel des Dreiecks einfiel. Sah man nun von vorne, so weit es die Richtung des einfallenden Lichtes zuliefs, auf das Gefäfs, so erblickte man daselbst einen hellen senkrechten Strich (*bar*), entsprechend einem Durchschnitt des einfallenden Bündels. Dieser Strich zeigte zwei Farben, roth in der oberen Hälfte, wo das Licht auf die Flüssigkeit fiel, und indigo in der unteren Hälfte, wo es auf das Papier fiel. Als das ganze System durch ein vor das Auge gehaltenes Prisma von mäfsigem Winkel seitwärts geworfen wurde, erschienen die Gegenstände rücksichtlich der Brechbarkeit in folgender Ordnung. Zunächst kam die Oberhälfte des hellen Strichs, durch die Refraction sehr wenig verbreitert, so dafs es aus rothem, annähernd homogenem Lichte bestand. Dann kam das Dreieck, am Scheitel etwas abgerundet, und an den Kanten prismatisch gefärbt. Der Scheitel, welcher früher mit dem hellen Strich zusammenfiel, lag nun etwas seitwärts von dessen Oberhälfte. Das Dreieck wurde natürlich mittelst des diffusen Lichts des nicht ganz dunklen Zimmers gesehen, und deshalb mufste seine Brechbarkeit dem hellsten Theil des Spectrum entsprechen, wenigstens beinahe. Endlich kam die Unterhälfte des Strichs, welche weit mehr gebrochen war als das Dreieck, so dafs sie fast ganz davon abgeschoben war. Das dreieckige Papier war der Vorderfläche der Flüssigkeit viel zu nahe, als dafs man hätte die Verschiebung des hellen Strichs von einem parallactischen Fehler ableiten können; allein um jeden Zweifel in dieser Hinsicht zu entfernen, traf ich die

Vor-

Vorsicht, das System sowohl rechts als links zu brechen, und das Resultat war dasselbe in beiden Fällen. Der Schlufs ist also unvermeidlich, dafs das Indigo-Licht, welches seine Farbe durch die vom Blattgrün bewirkte Dispersion geändert hatte, auch zugleich seine Brechbarkeit änderte.

59. Als ich in einem reinen Spectrum eine Lösung von Blattgrün betrachtete, gewahrte ich eine Erscheinung, welche ferner den innigen Zusammenhang nachweist, welcher zwischen der Absorption und der innern Dispersion dieser Flüssigkeit zu bestehen scheint. Indem ich das Auge senkrecht über der Flüssigkeit hielt und durch ein rothes Glas auf das dispergirte Licht herabsah, beobachtete ich fünf Helligkeits-Minima, meistens in Gestalt von Zähnen, deren Grundflächen an der Eintrittsfläche des Lichts lagen und deren Spitzen einwärts gekehrt waren. Diese Minima nahmen intermediäre Lagen zwischen den Absorptionsstreifen ein, wenigstens soweit die Lagen der letzteren durch dunkle Zähne von entgegengesetzter Richtung angezeigt waren. Das erste Minimum lag etwas jenseits des intensiven Absorptions streifen No. 1 und entsprach in dieser Lage dem hellen Streifen No. 2. Das zweite lag etwas weiter hin. Das Maximum zwischen diesem und dem dritten war nur schwach, so dafs das zweite und dritte Minimum zusammen ziemlich nahe ein einziges ausmachten. Das dritte und vierte lagen zu beiden Seiten des dunklen Streifens No. 4, so dafs sie in ihrer Lage den hellen Streifen No. 4 und 5 entsprachen. Das fünfte lag etwas jenseits des hellen Streifens No. 5. Diefs letzte Minimum war nicht zahnförmig, in sofern es an einer Stelle des Spectrums vorkam, wo das dispergirte Licht fast ganz auf die Oberfläche der Flüssigkeit beschränkt war. Diese Minima sind am besten zu sehen, wenn die Flüssigkeit etwas verdünnt ist. Sie sind ohne den Gebrauch eines rothen Glases wahrnehmbar, doch nicht so leicht als mit Hülfe desselben. Bei einer concentrirteren Flüssigkeit lief das erste Minimum schief in den dunklen Zahn, welcher dem Absorptionsstreifen No. 1 entsprach.

60. Der Grund des Vorkommens dieser Minima scheint einfach der zu seyn, daſs je reichlicher das dispergirte Licht entsteht, desto rascher das einfallende Licht zu desden Erzeugung verbraucht wird, so daſs Minima der Thätigkeit Punkten des Spectrums entsprechen, an welchen das einfallende Licht zu vergleichungsweise groſsen Tiefen in die Flüssigkeit eindringt, bevor es absorbirt wird. Die beim ersten Minimum beobachtete schiefe Lage erklärt sich leicht bei Erwägung, daſs die Helligkeit eines Punkts des Gesichtsfeldes zugleich abhängt von der Thätigkeit des einfallenden Lichts, welche eine Function der Brechbarkeit desselben ist, und von dem unabsorbirt gebliebenen Antheil des einfallenden Lichts, welcher eine Function der Brechbarkeit und des Abstandes von der Vorderfläche ist.

61. Es ist bemerkenswerth, daſs während die Quantität des dispergirten Lichts Schwankungen unterliegt, die eine offenbare Beziehung zu den im ganzen Spectrum vorkommenden Absorptionsstreifen haben, die Qualität des dispergirten Lichts, was seine Brechbarkeit betrifft, dagegen eher mit dem intensiven Absorptionsstreifen No. 1 zusammen zu hängen scheint.

Extract aus den blauen Blättern der *Mercurialis perennis.*

62. Der Saft dieser Pflanze hat die Eigenschaft, an der Luft blau zu werden. Einige blau gewordene Blätter und Stiele wurden mit Alkohol behandelt, wodurch eine Flüssigkeit erhalten ward, die an Farbe sehr den gewöhnlichen Blattgrün-Lösungen ähnelte, doch wie mir schien etwas blauer grün war. Auch in ihrer Absorptionsweise hatte sie viel Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Lösungen des Blattgrüns, dem sie ohne Zweifel den gröſseren Theil ihrer Farbe verdankte. Ihre innere Dispersion war jedoch eigenthümlich, denn sie dispergirte ein reichliches Orange, statt des Blutroths, wie insgemein die Auszüge aus frischen grünen Blättern, die von *Mercurialis perennis* mit eingeschlossen. Bei Zerlegung des dispergirten Bündels erwies es sich hauptsächlich bestehend aus einem rothen Streif,

dem bei Blattgrün-Lösungen vorkommenden ähnlich, und einem gelben oder orangefarbenen und gelben Streif, der um einen guten Theil heller war als der erste und von diesen durch einen dunklen Streif getrennt wurde. Bei Untersuchung der Flüssigkeit nach der zweiten Methode fand sich, dafs die gelbe Dispersion hauptsächlich durch den hellsten Theil des Spectrums erzeugt ward. Nach einer beträchtlichen Zeit hatte die Flüssigkeit, wie es sehr oft bei Blattgrün-Lösungen der Fall ist, ihre schöne grüne Farbe verloren und eine gelblich-braune angenommen, allein die rothe und die gelbe Dispersion waren geblieben.

Bei Untersuchung der Flüssigkeit nach der vierten Methode fand sich, dafs die rothen Strahlen ein Roth dispergirten, gerade wie in einer Lösung von Blattgrün. Die zusätzliche Dispersion, welche in dieser Flüssigkeit so hervorstechend war, begann plötzlich bei etwa der festen Linie *D*. Bei erster Beobachtung konnte die Brechbarkeit des orange-rothen dispergirten Lichts kaum, wenn überhaupt, von der des thätigen Lichts getrennt werden. Als man die Linse fortschob, wurde das orangefarbene Bündel rasch heller und gelblich, und nun war leicht zu sehen, dafs das falsch dispergirte Lichtbündel an seiner brechbareren Gränze lag. Das orangerothe und gelbe Bündel war am hellsten bei etwa $D\frac{2}{3}E$; konnte aber, obwohl es an Intensität abnahm, weit über diesen Punkt hinaus, in der That das ganze Spectrum hindurch verfolgt werden.

63. Ich habe insgemein gefunden, dafs wenn eine reichliche Dispersion an einem gewissen Punkt des Spectrums fast plötzlich beginnt, ihr im durchgelassenen Lichte ein Absorptionsstreifen folgt. Diefs Gesetz schien nicht gültig zu seyn für die orangerothe Dispersion in der eben erwähnten Lösung; allein man mufs sich erinnern, dafs die Flüssigkeit eine Quantität Chlorophyll enthielt, welches die Absorptionsstreifen in solcher Stärke hervorbringt, dafs dadurch die Streifen, die etwa von andern beigemischten Stoffen erzeugt werden, verdeckt bleiben. Um zu sehen, ob das Gesetz nach Fortschaffung des Chlorophylls gültig sey,

kochte ich einige blau gewordene Wurzeln und Schöfslinge mit Wasser, da das Chlorophyll in Wasser unlöslich ist. Die dadurch erhaltene Flüssigkeit war roth, in geringer Dicke nelkenroth, und dispergirte reichlich ein gelbes oder vielmehr orangerothes Licht. Bei prismatischer Zerlegung des Lichts war an der erwarteten Stelle ein Absorptionsstreif sichtbar. Da wäfsrige Lösungen dieser Art zu Zersetzungen geneigt sind, sie sich häufig zersetzen, ehe Sonnenlicht zu ihrer Untersuchung erhalten werden kann, so wurde die rothe Lösung durch Abdampfung concentrirt und durch Alkohol gereinigt, da in diesem der orangerothe dispergirende Stoff löslich ist, wie schon aus den Eigenschaften der alkoholischen Lösung hervorging. Die so erhaltene alkoholische Lösung blieb wenigstens lange Zeit unverändert, und bot noch den Vorzug vor der wäfsrigen Lösung dar, dafs sie den empfindlichen Stoff im Zustande gröfserer Isolation enthielt, obwohl er dennoch verunreinigt blieb mit einer anderen Substanz, die unter dem Einflufs sehr brechbarer Strahlen ein weifsliches Licht dispergirte.

64. Der blaue Farbestoff läfst sich mit kaltem Wasser leicht ausziehen, wird aber durchs Kochen zersetzt. Die blaue Lösung dispergirte ein orangerothes Licht gleich der anderen, allein das dispergirte Licht war nicht so gut zu sehen, gerade wie es der Fall seyn würde, wäre die rothe orange dispergirende Flüssigkeit gemischt mit einer unempfindlichen blauen Flüssigkeit von viel dunklerer Farbe, so dafs die Mischung beider blau seyn würde. Und in der That, wenn die blaue Flüssigkeit durchs Kochen in eine rothe verwandelt worden, wurde die Farbe viel weniger intensiv.

Orseille und Lackmus.

65. Sir David Brewster giebt an, ein sehr merkwürdiges, ihm von Hrn. Schunk nachgewiesenes Beispiel von innerer Dispersion zeige eine alkalische oder alkoholische Lösung eines harzigen Pulvers, welches aus Orcin durch Berührung mit dem Sauerstoff der Luft entstehe. Da

ich mir keine Orcin zu verschaffen vormochte, so nahm ich Orseille und erhielt von dieser sowohl als von Lackmus sehr merkwürdige Lösungen.

In dem flüssigen Zustand, in welchem die Orseille verkauft wird, ist ihre Farbe viel zu dunkel für eine optische Untersuchung. Wenn die Flüssigkeit aber stark mit Wasser verdünnt wird, ist sie sehr empfindlich. Sie ist beim Hindurchsehen roth, oder in kleiner Dicke purpur, zeigt jedoch bei dispersiver Reflexion ein recht reichliches, aber etwas dunkles Grün.

66. Als die Flüssigkeit nach verschiedenen Methoden untersucht wurde, fand sich, dafs sie etwas Roth, einiges Orange und einen grofsen Theil Grün dispergirt. Die rothe Dispersion war so schwach, dafs es bei Beobachtung nach der dritten Methode zweifelhaft schien, ob aufser der falschen Dispersion überhaupt noch eine da sey. Sie begann in dem Roth, sobald das thätige und das dispergirte Licht eine gleiche oder fast gleiche Brechbarkeit besafsen. Die orangefarbene Dispersion begann bei etwa der festen Linie *D*, und das dispergirte Licht war anfangs beinahe homogen und von gleicher Brechbarkeit wie das thätige Licht. So wie man, nach der vierten Methode beobachtend, im Spectrum vorschritt, wurde das orangerothe Bündel heller und es nahm Gelb auf, aber keine Farbe jenseits desselben, so dafs das orangerothe und gelbe Bündel hinter dem falsch dispergirten Lichtbündel zurückblieb und von ihm durch einen ganz dunklen Raum getrennt war. Die grüne Dispersion begann bei etwa *b* oder etwas darüber, und erschien fast plötzlich. Die Art ihres Beginnens wurde am besten nach der vierten Methode beobachtet, indem man ein Prisma vor dem Auge hielt und die Linse längs dem Spectrum verschob. Auf diese Weise fand sich, dafs wenn man den oben erwähnten Punkt des Spectrums erreichte, ein Schein von grünem Licht quer durch den dunklen Raum schofs, welcher zuvor das falsch dispergirte Lichtbündel von dem orangenfarbenen Bündel der wahren Dispersion trennte. So wie die Linse fortgeschoben wurde, nahm das

grüne dispergirte Licht an Helligkeit zu, allein seine brechbarere Gränze schien die Brechbarkeit, welche es zuerst erreicht hatte, nicht oder wenigstens nicht viel zu überschreiten, so daſs das grüne Bündel von wahrhaft dispergirtem Licht fast unmittelbar hinter dem falsch dispergirten Lichtbündel blieb. Das erstere, so zurückbleibend, verschwand dann bald.

67. Man könnte voraussetzen, entweder daſs die rothe, die orangenfarbene und die grüne Dispersion von einem und demselben empfindlichen Stoff herrühren, oder daſs sie von drei verschiedenen, in der Lösung mit einander gemischten empfindlichen Stoffen erzeugt werden. Die letztere Voraussetzung scheint die wahrscheinlichere zu seyn, nach dem anscheinenden Mangel eines Zusammenhanges zwischen den drei Dispersionen zu urtheilen. Dieſs wird durch die folgenden Resultate sehr bestätigt. Es wurde etwas Aether auf flüssige Orseille gegossen, damit sanft geschüttelt, dann stehen gelassen und ein wenig davon abgehoben. So wurde eine purpur-rosenrothe Flüssigkeit erhalten, welche höchst empfindlich war, die orangenfarbene und die grüne Dispersion zeigte, aber nicht die rothe. Die orangenfarbene Dispersion war, im Verhältniſs zur ganzen Menge des dispergirten Lichts, weit reichlicher als es bei der mit Wasser verdünnten Orseille der Fall gewesen war.

Es wurde Orseille mit Aether heftig geschüttelt, und nachdem sich die Mischung gesetzt hatte, das Klare abgenommen. Diese ätherische Lösung war viel dunkler als die frühere, und zeigte, neben der orangenfarbenen und grünen, auch noch die rothe Dispersion. Als etwas Wasser zugesetzt und damit geschüttelt wurde, fand eine Scheidung oder wenigstens eine theilweise Scheidung der empfindlichen Substanzen statt; denn die obere Flüssigkeit zeigte die orangenfarbene Dispersion reichlich, aber nicht die rothe und wenig oder nichts von der grünen, während die untere Flüssigkeit die grüne und die rothe Dispersion zeigte, aber wenig oder gar nichts von der orangenfarbenen. Die obere Flüssigkeit zeigte eine ziemlich reichliche dispersive

Reflexion von röthlichem Orange und die untere Flüssigkeit eine merkwürdige reichliche Reflexion von einem schönen Grün. Eine ähnliche, mehr oder weniger vollkommne Trennung fand in andern Fällen statt, wobei im Aether die Dispersion des Orange in einem gröfseren Verhältnifs zu der des Grünen stand als im Wasser. Einige der so erhaltenen grün dispergirenden Flüssigkeiten waren höchst merkwürdig wegen der aufserordentlichen Fülle des reflectirten Grüns und des starken Contrastes, welchen dasselbe mit der durchgelassenen Farbe, einem Purpurroth, darbot.

Bei der zweiten ätherischen Lösung war die rothe Dispersion zwar entschieden, aber keineswegs reichlich. Bei der blofs mit Wasser verdünnten Orseille war sie so schwach, dafs ihr Daseyn zweifelhaft erscheinen konnte. Man könnte meinen, die erste Lösung wäre nicht concentrirt genug gewesen, um die rothe Dispersion zu zeigen, in welchem Fall die rothe und die grüne Dispersion von einer und derselben empfindlichen Substanz herrühren könnten. Allein ein ätherischer Auszug aus getrockneter Orseille, der offenbar concentrirt genug war, zeigte auch nicht die rothe Dispersion, obgleich er die orangenfarbene und die grüne entfaltete. Keine der empfindlichen Substanzen scheint den Hauptheil des Farbestoffs dieses Pigments auszumachen.

68. Sehr sonderbar war die Erscheinung als einige dieser ätherischen Lösungen nach der dritten Methode mit einer Linse von kürzerer Brennweite als gewöhnlich untersucht wurden. Am wenigst brechbaren Ende des Spectrums war das einfallende Licht ganz unthätig, und dann, bei Erreichung eines gewissen Punkts, begann plötzlich eine reichliche Dispersion von Orange. Diese erstreckte sich ohne besondere Veränderung ziemlich weit, bis sie plötzlich in Grün überging. Die vierte Methode zeigte jedoch, dafs die frühere Dispersion fortdauerte, und, bei der dritten Beobachtungsmethode, nur versteckt ward durch eine neue und kräftigere Dispersion von Grün, die nun anfing. Und in der That wenn die grün-dispergirende Substanz durch Wasser ganz oder theilweise abgeschieden worden, war

die orangenfarbene Dispersion fortwährend zu sehen, ehe sie gegen Grün ausgetauscht zu werden schien.

69. Ich mufs hier erwähnen, dafs auf Zusatz von Wasser zum ätherischen Auszug aus vorher getrockneter Orseille eine ähnliche Scheidung nicht stattfand. Der Umstand, welcher im ersten Falle die Scheidung bedingte, scheint die Gegenwart einer kleinen Menge von Ammoniak gewesen zu seyn, welche beim Trocknen der Orseille verdampft. Und in der That, wenn zu dem Auszug aus getrockneter Orseille eine kleine Menge Ammoniak hinzugesetzt ward, erfolgte eine partielle Scheidung. Ich will hier nicht die Frage eröffnen, ob eine der empfindlichen Substanzen aus der andern erhalten werden könne, ob z. B. eine chemische Verbindung der orange-dispergirenden Substanz mit Ammoniak ein Grün oder ein Grün mit etwas Orange dispergiren könne. Eine Lösung, welche eine und dieselbe Substanz in zwei verschiedenen Combinationszuständen enthält, ist, wenn sie in beiden Zuständen empfindlich ist, nicht mit Unrecht als zwei verschiedene empfindliche Substanzen enthaltend anzusehen.

70. Die vorstehenden Resultate wurden mitgetheilt, nicht ihrer selbst wegen, sondern nur wegen der angewandten Untersuchungsweise. Denn die Resultate sind so unvollkommen, dafs sie an sich keinen Werth haben. Eine vollständige optisch-chemische Untersuchung der Orseille und des Lackmus würde an sich schon eine Arbeit von nicht geringer Ausdehnung seyn, gehört aber mehr zur Chemie als zur allgemeinen Physik. Es ist sehr möglich, dafs die innere Dispersion als chemisches Prüfmittel von Wichtigkeit werde. Dafs eine solche Farbe dispergirt, und das dispergirte Licht durch Licht von solcher Brechbarkeit erzeugt wird, bildet zusammen einen Doppelcharakter von so eigenthümlicher Natur, dafs er uns befähigt, gleichsam einen empfindlichen Stoff zu *sehen* in einer Flüssigkeit, die viele Substanzen enthält, von denen einige vielleicht gefärbt sind, so dafs die Farbe der Lösung sehr verschieden

seyn kann von dem, was sie seyn würde, wenn der empfindliche Stoff allein vorhanden wäre.

71. Das zu Anfange des §. 63 erwähnte Gesetz schien auf die Orseille, wenn sie bloſs mit Wasser verdünnt worden, nicht sehr anwendbar zu seyn. Wenn aber der orange- und der grün-dispergirende Stoff mittelst Aether und Wasser in einem, wie es schien, mehr isolirten Zustand erhalten worden, zeigten sie sich dem Gesetze unterthan. Wenn so z. B. die ätherische Lösung, welche die Orange-Dispersion und wenig Anderes zeigte, nach der dritten Methode untersucht wurde, fand ich, daſs die Dispersion mit einem Lichtschweif anfing, dem ein dunkler Zahn folgte, der die Lage eines Absorptionsstreifen anzeigte. Wenn das durch eine gewisse Dicke dieser Flüssigkeit gegangene Licht der prismatischen Untersuchung unterworfen wurde, zeigte es sich bestehend aus Roth, dem einiges Orange folgte, worauf das Spectrum mit gewöhnlicher Plötzlichkeit abgeschnitten war. Nach einem breiten dunklen Zwischenraum kamen die brechbarsten Farben schwach zum Vorschein. Diejenigen Lösungen, welche eine reichliche Dispersion des Grüns zeigten, gaben, auſser einem das Gelb auslöschenden Streifen, einen sehr deutlichen Streifen, welcher das Grün von dem Blau trennte. Ein ähnlicher, aber keineswegs deutlicher Streif ist in der bloſs verdünnten Orseille sichtbar; und es ist besonders zu bemerken, daſs dieser Streif, welcher etwas über dem Punkt des Spectrums vorkommt, wo die grüne Dispersion beginnt, deutlicher wird, sobald die grün-dispergirende Substanz sich in einem mehr isolirten Zustand anwesend befindet.

72. Zwei Portionen Lackmus wurden, die eine mit Aether, die andere mit Alkohol übergossen und stehen gelassen. Beide Auszüge, besonders aber der letztere, waren höchst empfindlich, zeigten Dispersionen des Orange und des Grün, ähnlich wie die Orseille, und anscheinend vermöge derselben empfindlichen Stoffe. Der ätherische Auszug dispergirte hauptsächlich orange, während der alkoho-

lische orange und grün in fast gleichen Mengen dispergirte. Der letztere Auszug zeigte eine merkwürdig reichliche dispersive Reflexion einer Farbe fast wie die von Schlamm (*mud*); es war eine der seltsamst aussehenden Flüssigkeiten, die ich angetroffen habe. Wenn man sie so beschaut, dafs kein durchgelassenes Licht in das Auge kommen kann, so sollte man glauben, es wäre schlammiges Wasser aus einem Pfuhl auf der Strafse. Hält man aber die Flasche, worin sie befindlich, zwischen Auge und Fenster, so erscheint sie vollkommen klar und schön purpurfarben.

Kanarienglas.

73. Unter den Medien, welche die Eigenschaft der inneren Dispersion in hohem Grade besitzen, erwähnt Sir David Brewster eines gelben böhmischen Glases, welches ein lebhaft grünes Licht dispergirt. Diefs veranlafste mich, einem solchen Glase nachzuspüren, und es zeigte sich, dafs es als Flacons und andere Artikel der Art ziemlich häufig vorkommt. Im durchgelassenen Licht hat das Glas eine blafs gelbe Farbe. Seine Anwendung beruht in grofsem Maafse auf der innern Dispersion, welche den daraus verfertigten Gegenständen ein schönes und ungewöhnliches Ansehen giebt. Im Handel führt es den Namen Kanarienglas. Die folgenden Beobachtungen wurden mit einem Fläschchen englischen Ursprungs gemacht.

74. In unzerlegtem Sonnenlicht war das dispergirte Bündel gelblich grün. Die Dispersion war so stark, dafs, bei Anwendung einer grofsen Linse, das dispergirte Bündel fast blendete. Die prismatische Zusammensetzung dieses Bündels war ungemein merkwürdig. Bei der Zerlegung erwies es sich bestehend aus fünf hellen Streifen, von gleicher Breite und gleichem oder fast gleichem Abstand, getrennt durch schmale dunkle Streifen. Der erste helle Streif war roth, der zweite röthlich orange, der dritte gelblich grün, der vierte und der fünfte grün. Sehr oft habe ich bei prismatischer Zerlegung dispergirter Bündel dunkle Streifen oder wenigstens Minima im Spectrum beobachtet, aber

niemals ein so merkwürdiges Beispiel wie dieses angetroffen, ausgenommen bei einer Klasse von Verbindungen, welche zu untersuchen ich durch die Eigenschaften des Kanarienglases veranlafst ward.

75. Bei Zerlegung eines Bündels Sonnenlicht, dafs durch eine gewisse Dicke des Glases gegangen war, fand sich ein matter (*dusky*) Absorptionsstreif etwas unter *F*, ein anderer weniger deutlicher bei $F\frac{1}{2}G$, und etwas unterhalb *G* war das Spectrum abgeschnitten.

76. Bei Untersuchung des Glases nach der dritten Methode fand sich, dafs die Dispersion plötzlich bei etwa der festen Linie *b* anfing. Sie blieb durch das ganze sichtbare Spectrum hin und noch weit jenseits merkwürdig stark, mit Ausnahme eines Streifens, der etwa über *F* begann und seine Mitte bei etwa $F\frac{1}{3}G$ hatte, wo ein merkwürdiges Minimum der Thätigkeit war. Dieser Streif lag, wie zu bemerken, zwischen den bereits erwähnten Aborptionsstreifen. Die Farbe des dispergirten Lichts schien überall gleichförmig zu seyn, ausgenommen vielleicht da, wo die Dispersion eben anfing. Diefs war das beste Medium, das mir vorgekommen ist, um die festen Linien von äufserster Brechbarkeit zu zeigen, obgleich einige andere fast eben so gut waren.

77. Bei Untersuchung des Glases nach der vierten Methode fand sich, dafs die Dispersion fast da begann, wo das dispergirte Licht endete, d. h. die niedrigste Brechbarkeit der der Dispersion fähigen Strahlen war fast gleich der höchsten Brechbarkeit der Strahlen, die im weifsen Lichte, als Ganzem, das dispergirte Bündel ausmachten. In der That schien die Dispersion ein wenig vor oder etwa bei der Brechbarkeit des vierten dunklen Streifen im Spectrum des ganzen dispergirten Bündels zu beginnen. Als man mit der einen Hand das kleine Prisma vor dem Auge hielt und mit der andern die im Brett befindliche kleine Linse langsam, in Richtung vom Roth zum Violett, durch den Theil des Spectrums führte, wo die Dispersion begann, fand sich die Region der ersten vier Streifen fast mit einem

Male erleuchtet, während zuvor das ganze Gesichtsfeld dunkel gewesen war. Schob man die Linse sehr wenig weiter, so war das dispergirte Bündel mit seinen fünf Streifen vollständig da. In der That erschienen alle fünf fast zugleich. Denkt man sich das weifse Licht zerlegt in zwei Theile, von denen der erste Strahlen aller Brechbarkeiten bis etwa zur festen Linie *b*, und der andere Strahlen von gröfseren Brechbarkeiten enthält, so kann man mit Annäherung und fast mit vollkommner Genauigkeit sagen, dafs das vom weifsen Licht, als Ganzem, dispergirte Licht ausschliefslich dem ersten Theile angehöre; und doch würde durchaus keine Dispersion entstehen, wenn das Fläschchen blofs von dem ersten Theil beleuchtet wäre, wogegen, wäre es allein beleuchtet von dem zweiten Theil, worin kein Strahl enthalten ist, der gleiche Brechbarkeit mit einem der dispergirten Strahlen hat, die Dispersion in ganzer Vollkommenheit auftreten würde.

Gemeine farblose Gläser.

78. Sir David Brewster giebt an, dafs er manche Stücke von farblosem Tafelglase und farblosem Flintglase angetroffen habe, die ein schönes grünes Licht dispergiren. Alle farblosen Gläser, die ich untersuchte, dispergirten in gröfserem oder geringem Maafs innerlich Licht, ausgenommen einige zu Dr. Faraday's Versuchen gehörige Exemplare. Ein schönes Grün scheint die gemeinste Farbe des dispergirten Bündels zu seyn; ich fand sie bei Weingläsern, Weinflaschen (*Decanters*), Medicingläsern, Stücken von ungekühltem Glase u. s. w. auch bei manchen Stücken Tafel- und Kronglas. Das Grün war insgemein schöner als das von Kanarienglas dispergirte, doch nicht so reichlich. Bei Zerlegung fand es sich insgemein bestehend aus Roth und Grün, getrennt durch einen dunklen Streif oder vielmehr ein Helligkeitsminimum. Diejenigen Exemplare, welche nach der dritten und vierten Methode untersucht wurden, zeigten etwas falsche Dispersion, hauptsächlich in dem hellsten Theil des Spectrums, allein der gröfsere Theil war wahr-

hafte Dispersion. Diese Dispersion ward hauptsächlich erzeugt durch einen etwas schmalen Streifen, der die feste Linie *G* einschlofs, wo ein merkwürdiges Empfindlichkeitsmaximum zu seyn schien. Die Linie *G* lag etwas über der unteren Gränze des Streifens. Unter dem Streifen fand auch Dispersion statt, aber nicht ganz so reichlich, und etwas weiter herab im Spectrum schien ein anderes Empfindlichkeitsmaximum vorhanden zu seyn. Ueber den Streifen hörte aber die Dispersion fast ganz und plötzlich auf; ein sehr ungewöhnlicher Umstand, wenn das active und das dispergirte Licht in Brechbarkeit gut getrennt sind. Die Lage des Streifens im Spectrum und die Vertheilung der Helligkeit in demselben, welche beide sehr eigenthümlich waren, zeigten sich als gleich bei allen Exemplaren, die empfindlich genug waren, um nach der dritten Methode untersucht zu werden; allein die Farbe des dispergirten Lichts war nicht ganz gleich.

79. Häufig trifft man orangenfarbene Gläser an, die eine Fülle von blau-grüner Farbe, ganz verschieden von der durchgelassenen, von einer Seite reflectiren oder vielmehr in allen Richtungen zerstreuen. In solchen Fällen ist die Masse des Glases farblos und die färbende Substanz befindet sich in einer sehr dünnen Lage an einer Seite der Platte. Man sieht die bläulich grüne Farbe, wenn die farblose Seite dem Auge zugewandt ist. Da Sir John Herschel vermuthete, diese Erscheinung habe einige Analogie mit den reflectirten Farben des Flufsspaths und der Lösung des schwefelsauren Chinins, so wurde ich begierig, die Natur der Dispersion näher zu bestimmen. Bei Untersuchung ergab sich, dafs hier nichts als falsche Dispersion vorhanden ist, so dafs man annehmen könnte, die Erscheinung werde erzeugt durch ein sehr feines blau-grünes Pulver in der klaren orangerothen Schicht oder in dem farblosen Theil des Glases dicht an der farbigen Schicht. Die Erscheinung hat daher keinen Zusammenhang mit den Farben des Flufsspaths oder schwefelsauren Chinins. Eben dasselbe Glas freilich, welches an der Oberfläche ein Blau-

grün reflectirte, zeigte bei Untersuchung durch condensirtes Sonnenlicht, auch etwas wahre Dispersion in seinem farblosen Theil, ganz wie es anderes farbloses Glas gezeigt haben würde; allein diefs hat offenbar nichts zu thun mit der eigenthümlichen Reflexion, welche bei einem solchen Glase die Aufmerksamkeit erregt.

Bemerkungen zu den vorstehenden Resultaten.

80. Es giebt bei der inneren Dispersion ein Gesetz, welches allgemein zu seyn scheint, nämlich, dafs wenn die Brechbarkeit des Lichts durch Dispersion geändert wird, sie *immer erniedrigt* wird. Ich habe sehr viele Media, aufser den erwähnten, untersucht und nirgends auch nur eine Ausnahme angetroffen. Beim Beobachten nach der vierten Methode schien ein Paar Mal auf den ersten Blick etwas dispergirtes Licht erzeugt zu werden, wenn die kleine Linse jenseits des äufsersten Roth gestellt war; allein bei näherer Untersuchung überzeugte ich mich, dafs diefs nur von Licht herrührte, welches die Oberflächen des grofsen Prisma und der Linse zerstreut hatten, die somit als selbst-leuchtende Korper wirkten, ein Licht von hinreichender Intensität aussandten, um ein sehr empfindliches Medium zu afficiren.

81. Angenommen, es falle Licht von gegebener Brechbarkeit auf ein gegebenes Medium. Eine Zahlengröfse mag als Maafs der Brechbarkeit genommen und der Brechungsindex in einer Normalsubstanz betrachtet seyn. Seyen die Brechbarkeiten des einfallenden und des dispergirten Lichts auf eine als Abscissenaxe angenommene gerade Linie AX (Fig. 2, Taf. 1) aufgetragen. Mag AM die Brechbarkeit des einfallenden Lichtes vorstellen, und eine Curve gezogen seyn, deren Ordinaten die Intensitäten der Bestandtheile des wahrhaft dispergirten Bündels repräsentiren. Nach dem oben aufgestellten Gesetz wird rechts vom Punkte M niemals irgend ein Theil der Curve angetroffen werden, allein in anderer Beziehung ist in ihrer Form eine grofse Mannigfaltigkeit erlaubt. Zuweilen verläuft sich die Curve

ziemlich gleichförmig, zuweilen zeigt sie mehre Maxima und Minima, oder scheint gar aus abgesonderten Stücken zu bestehen. Zuweilen bleibt sie von *M* getrennt, wie in Fig. 2; zuweilen kommt sie *M* so nahe, dafs der brechbarste Theil des wahrhaft dispergirten Bündels sich vermengt mit dem aus der falschen Dispersion entstehenden Bündel.

82. Sey $f(x)$ die der Abscisse x entsprechende Ordinate der Cuvre und a die Abscisse des Punktes *M*. Da $f(x)$ Null wird, wenn x über a hinausgeht, so mufs die Curve am spätesten im Punkte *M* die Axe erreichen, sobald man nicht annimmt, die Function sey einer plötzlichen Aenderung fähig, wie sie in Fig. 3 vorgestellt ist. Ich glaube nicht, dafs eine solche plötzliche Aenderung, richtig verstanden, nothwendig mit dem Stetigkeitsgesetz im Widerspruch stehe. Der Erläuterung halber, wollen wir das Phänomen der totalen inneren Reflexion betrachten. Sey *P* ein Punkt in Luft, gelegen im Abstande z von einer unendlichen Ebene, welche Luft von Glas trennt. Das Licht habe eine Intensität gleich Eins, komme von einem unendlich entfernten Punkt, und falle unter einem Winkel $\gamma+\delta$ von innen auf diese Ebene, wo γ der Winkel der totalen inneren Reflexion sey. Gemeiniglich und für die meisten Zwecke mit Recht, wird angenommen, die Intensität bei *P* ändere sich plötzlich mit δ, habe, so lange δ negativ ist, einen endlichen Werth, welcher nicht mit δ verschwinde, sondern gleich Null sey, wenn δ positiv ist. Die Art, wie hier dem Stetigkeitsgesetz genügt wird, ist bemerkenswerth. Wenn δ vom Negativen ins Positive übergeht, wird, im analytischen Ausdruck für die Vibration, die Coordinate z aus einer Circularfunction zu einer Exponentialfunction mit negativem Index, der in seinem Nenner λ die Wellenlänge enthält. So wie δ durch Null hin wächst, ändert sich der Ausdruck für die Vibration stetig; allein, wenn z grofs im Vergleich zu λ ist, nimmt es mit ungemeiner Schnelligkeit ab, sobald δ positiv wird. Wegen der ungemeinen Kleinheit von λ genügt es für die meisten Zwecke, die Intensität als eine Function von δ zu betrachten, welche

plötzlich verschwindet, und in der That, wäre es kaum correct, sie anders zu betrachten. Denn der Gebrauch des Wortes *Intensität* schliefst ein, dafs wir Licht wie gewöhnlich betrachten, wogegen diejenigen Erscheinungen, die uns nöthigen, die Störung, welche im zweiten Mittel stattfindet, wenn der Einfallswinkel den der totalen inneren Reflexion übertrifft, in Rechnung zu ziehen, dahin führen, die Natur sowohl als die Gröfse jener Störung zu betrachten, die nicht mehr aus einer Reihe ebener Wellen besteht, die Licht wie gewöhnlich constituiren. In einem ähnlichen Sinne vermeine ich zu sagen, dafs wir die Function $f(x)$, welche die Intensität des wahrhaft dispergirten Lichts ausdrückt, als plötzlich sich ändernd ansehen können, ohne damit irgend das Stetigkeitsgesetz zu verletzen. Beim Beobachten nach der vierten Methode ist der Theil des Spectrums, mit dem man arbeitet, obwohl er klein seyn kann, nothwendig begränzt, und in einigen Fällen liefs sich keine Trennung zwischen dem wahrhaft und dem falsch dispergirten Lichtbündel nachweisen. Ich vermag also nicht aus Erfahrung zu sagen, ob die Variation von $f(x)$, wenngleich sie bisweilen sehr rasch ist, immer stetig sey oder in einigen Fällen wahrhaft plötzlich. Ich glaube jedoch, dafs die Beobachtung eher die erstere Voraussetzung begünstige, die auch, unabhängig von der Beobachtung, weit wahrscheinlicher ist.

83. Obgleich das in §. 80 erwähnte Gesetz das einzige ist, welches ich zwischen der Intensität und der Brechbarkeit der Bestandtheile des dispergirten Bündels zu entdecken vermochte, es immer gültig zu seyn scheint und einen mathematischen Ausdruck gestattet, so giebt es doch gewöhnlich bei dem Phänomen noch einige andere Umstände, welche beachtenswerth sind.

Wenn die Dispersion bei Ankunft an einem gewissen Punkt des Spectrums fast plötzlich beginnt, so ist das dispergirte Bündel häufig zuerst fast homogen und von gleicher Brechbarkeit wie das thätige Licht. Ist das dispergirte Bündel, bei erster Wahrnehmung, entschieden homogen,

so

so erstreckt sich seine Brechbarkeit bis fast, wenn nicht ganz, zu der des thätigen Lichts, so dafs es schwer, wenn nicht unmöglich ist, das wahrhaft dispergirte Licht von dem falsch dispergirten zu sondern. Andrerseits, wenn das dispergirte Bündel allmälig zum Vorschein kommt, findet sich gewöhnlich, dafs die Brechbarkeit selbst seines brechbarsten Theils nicht die des thätigen Lichts erreicht.

So war, bei der rothen Dispersion in einer Lösung von Blattgrün und bei der orangefarbenen Dispersion, welche eine Orseillelösung oder ein Aufgufs von *Mercurialis perennis* zeigt, das dispergirte Licht anfangs fast homogen und von gleicher Brechbarkeit wie das thätige Licht. Bei der grünen Dispersion, die man in einer Orseillelösung oder im Kanarienglase sieht, war das dispergirte Licht vom Anfang an heterogen, allein dennoch hatte bei seinem ersten Erscheinen ein Theil desselben fast gleiche Brechbarkeit mit dem thätigen Licht. In einer Lösung von schwefelsaurem Chinin kam die Dispersion allmälig zum Vorschein und sie ward wahrnehmbar als das thätige Licht zur Mitte des Spectrums gehörte; das dispergirte Licht bestand dann aus Farben von niederer Brechbarkeit. Der helle Theil der Dispersion erschien jedoch ziemlich rasch, wenn das thätige Licht sich der äufsersten Gränze des sichtbaren Spectrums näherte, und demgemäfs bestand das dispergirte Bündel in diesem Falle hauptsächlich aus Licht von hoher Brechbarkeit.

84. Die Absorptionsweise eines Mediums kann ganz zweckmäfsig durch eine Curve vorgestellt werden, wie es durch Sir John Herschel geschehen ist. Um in ähnlicher Weise den Gang der inneren Dispersion vorzustellen, wäre eine krumme Fläche erforderlich. Sey die Brechbarkeit des Lichts wie zuvor gemessen, und, der Einfachheit halber, die Intensität des einfallenden Lichtes als unabhängig von der Brechbarkeit angenommen, so dafs dy die Menge des einfallenden Lichtes vorstellen kann, dessen Brechbarkeit zwischen y und $y+dy$ liegt. Den Effect dieser Portion des einfallenden Lichts für sich betrachtend, sey x die

Brechbarkeit irgend einer Portion des dispergirten Lichts und $zdxdy$ die Menge des dispergirten Lichts, dessen Brechbarkeit zwischen x und $x+dx$ liegt. Dann wird die krumme Fläche, deren Coordinaten x, y, z sind, die Natur der inneren Dispersion des Mittels vorstellen. Wir müssen voraussetzen, die Intensität des einfallenden Lichts sey auf eine vom Auge unabhängige Einheit bezogen, weil das Beleuchtungsvermögen der Strahlen jenseits des Violetts und selbst die des äufsersten Violetts in einem übermäfsigen Mifsverhältnifs zu der Wirkung steht, welche sie in diesen Erscheinungen hervorbringen.

Vermöge der Natur des Falls kann die Ordinate z der Fläche niemals negativ seyn. Das in §. 80 erwähnte Gesetz kann ausgedrückt werden, indem man sagt, dafs wenn man durch die Axe der z eine den Winkel zwischen den Axen der x und y halbirende Ebene legt, die krumme Fläche an allen Punkten seitwärts dieser Ebene gegen die positiven x hin mit der Ebene der xy zusammenfalle.

85. Betrachten wir die Gestalt dieser Fläche in zwei oder drei Fällen von innerer Dispersion. Der leichteren Erklärung wegen, nehme man die Ebene der xy horizontal, messe x nach der Rechten hin, y vorwärts und z aufwärts. Man ziehe in der Ebene der xy durch den Anfangspunkt und, den Winkel zwischen den Axen der x und y halbirend, eine Linie, welche, Kürze halber, die Linie L heifsen möge. In allen Fällen steigt dann die Fläche über die Ebene nur links von der Linie L.

Bei der Lösung des Blattgrüns besteht die Fläche gleichsam aus zwei Bergreihen, die in einer der Axe der y parallelen oder fast parallelen Richtung fortlaufen. Die erste Reihe, verlängert, würde die Axe der x in einem Punkte treffen, der dem Orte des dunklen Streifens No. 1 im Roth ganz oder nahe entspricht. Die zweite würde sie irgendwo an dem dem Grün entsprechenden Orte treffen. Die grüne Bergreihe ist viel breiter als die rothe, aber sehr viel niedriger, und verhältnifsmäfsig unbedeutend. Der Rücken der rothen Reihe ist keineswegs gleichförmig, sondern bie-

tet eine Folge von Maximis und Minimis dar. Die Reihe beginnt an dem der Axe der x zunächst liegenden Ende mit einem sehr hohen Pic, bei weitem dem höchsten in der ganzen Fläche. Geht man auf dem Rücken vorwärts, so findet man fünf Minima oder Pässe mit dazwischen liegenden Gipfeln. Die Ordinaten y der ersten vier dieser Minima entsprechen den Brechbarkeiten der hellen Streifen No. 2, 3, 4 und 5. Das letzte Minimum liegt etwas weiter hin. Ob ähnliche Minima in der grünen Bergreihe existiren, ist, wegen der Schwäche des grün dispergirten Lichts, nicht durch Beobachtung zu entscheiden.

Beim Kanarienglase besteht die Oberfläche aus fünf Portionen, die gleich Bergreihen parallel der Axe der y fortlaufen und Abscissen haben, die respective dem Orange, röthlichem Orange, gelblichem Grün, Grün und brechbarerem Grün angehören. Diese Reihen laufen nicht alle dicht von der Linie L aus, sondern enden seitwärts gegen die Axe der x hin fast in Klippen, an Punkten, an welchen die Ordinate y fast gleich ist der Abscisse der fünften Reihe, vielleicht etwas geringer. So sind die drei ersten Reihen wohl getrennt von der Linie L. Die Bergreihen sind von einer Art von Thal durchschnitten, das parallel der Axe der x fortläuft und zu seiner Ordinate y die Brechbarkeit von $F\frac{1}{3}G$ besitzt. Mit Ausnahme der Minima, die dort vorkommen, wo die Reihen von diesem Thal durchschnitten werden, laufen die Rücken sehr gleichförmig fort und die Bergreihen senken sich nur sehr allmälig.

Die Form der Fläche, welche die innere Dispersion einer schwefelsauren Chininlösung ausdrückt, kann von der Beschreibung dieses Mediums abgenommen werden. Die Fläche ähnelt einem ansteigenden Lande, das nicht von merkwürdigen Bergreihen oder Thälern durchschnitten wird.

Fig. 4 Taf. I. ist eine rohe Darstellung der inneren Dispersion bei einer Lösung von Blattgrün. Die in der Figur angegebenen Curven mufs man sich um die Linien, auf welchen sie stehen, um 90° gedreht denken; dann repräsentiren sie Durchschnitte der schon beschriebenen Fläche

durch senkrechte Ebenen, parallel der Axe der x. OL ist eine gerade Linie, die den Winkel xOy halbirt. Die Figur bezweckt nur dem Leser, der sich eine klare Vorstellung von der allgemeinen Natur der Erscheinung machen will, zu Hülfe zu kommen, und macht wegen des Details keinen Anspruch. Ich habe nicht versucht, die verschiedenen Maxima und Minima in der Intensität des rothen dispergirten Lichtbündels darzustellen. Will man in solcher Figur, wenn angenommenermaſsen homogenes Licht auf das Medium einfällt, den Ort des falsch-dispergirten Bündels angeben, so ziehe man nur eine gerade Linie, parallel der Axe der x, durch den Punkt in der Axe der y, welcher der Brechbarkeit des einfallenden Lichts entspricht; er ist da, wo diese Linie die Gerade OL schneidet, welche den Winkel xOy halbirt.

Von der Ursache der Klarheit der Flüssigkeiten, ungeachtet sie eine reichliche innere Dispersion zeigen mögen.

86. Es ist schon bemerkt worden, daſs, obgleich Wasser, welches eine Wasserfarbe in Schwebung enthält, eine bewundernswürdige Nachahmung einer sehr empfindlichen Flüssigkeit ist, wenn letztere durch dispersive Reflexion allein betrachtet wird, doch beide Flüssigkeiten ein ganz verschiedenes Ansehen haben, wenn man sie im durchgelassenen Lichte beschaut. Die Ursache dieser Verschiedenheit ergiebt sich ziemlich einfach. Das Licht der inneren Dispersion geht von jeder Portion der unter dem Einfluſs des thätigen Lichtes stehenden Flüssigkeit aus, und scheinbar in allen Richtungen gleich. Ich habe nicht versucht, experimentell zu bestimmen, ob die Intensität in allen Richtungen genau dieselbe sey. Der Versuch würde sehr schwierig seyn, besonders für Richtungen, die mit der des thätigen Lichtes nahe zusammenfallen, weil dabei das Licht, welches wirklich von innerer Dispersion herrührt, sich vermischen würde mit dem Schein, der immer in der Nähe eines Lichts von blendender Helligkeit angetroffen wird. Ich habe indeſs nichts beobachtet, was mich vermuthen

lassen könnte, dafs die Intensität des Lichts in verschiedenen Richtungen ungleich sey. Die Resultate der Beobachtung lassen sich aufserordentlich gut ausdrücken, wenn man sagt, die Flüssigkeit oder das starre Medium sey selbstleuchtend, so lange es unter dem Einflufs des thätigen Lichtes steht.

Betrachtet man einen hellen Gegenstand, z. B. den Himmel oder eine Kerzenflamme, durch eine sehr empfindliche Flüssigkeit, so ist demgemäfs das regelmäfsig durchgelassene Licht begleitet von etwas Seitenlicht, welches von innerer Dispersion herrührt. Das letztere ist jedoch, indem es von den influencirten Theilchen in allen Richtungen gleichmäfsig ausgeht, zu schwach im Gegensatz zu dem regelmäfsig durchgegangenen Licht, als dafs es einen merklichen Eindruck auf das Auge machen könnte. Wenn aber eine an sich empfindliche Flüssigkeit eine grofse Anzahl starrer Theilchen von endlicher Gröfse schwebend enthält, so wird das von solchen Theilchen reflectirte Licht verstärkt in Richtungen, die nahe mit der des einfallenden Lichts zusammenfallen, durch eine grofse Menge von diffrangirtem Licht, so dafs der durch eine solche Flüssigkeit betrachtete Gegenstand umringt ist von einer Art von nebligem Schein, welcher der Flüssigkeit ein milchiges Ansehen verleiht.

Getränkte (*washed*) Papiere.

87. In einem Aufsatz »Ueber die Wirkung der Strahlen des Sonnenspectrums auf vegetabilische Farben« erwähnt Sir John Herschel als einer von ihm an dem mit Kurkumaetinktur getränkten (*washed*) Papier beobachteten Eigenthümlichkeit, dafs es, wenn man ein reines Spectrum auf dasselbe fallen lasse, am violetten Ende viel weiter erleuchtet werde als weifses Papier [1]). Sir John schrieb diese Erscheinung einer Eigenthümlichkeit des Reflexionsvermögens zu, und betrachtete sie als einen Beweis von der Sichtbarkeit der ultra-violetten Strahlen. Die Farbe der

1) *Philosoph. Transact. f.* 1842, *p.* 194.

Verlängerung des Spectrums war gelblich grün. Sir John scheint zweifelhaft gewesen zu seyn, ob die gelbgrüne Farbe einer Mischung der wahren Farbe der ultra-violetten Strahlen mit dem von diffusem Licht herrührenden Gelb des Papiers zugeschrieben werden müsse oder der wirklichen Farbe der ultra-violetten Strahlen, die in dieser Voraussetzung unrichtig »lavendelblau« genannt werden würden.

88. Nachdem die Thatsache der Brechbarkeitsveränderung des Lichts festgestellt worden, kann wenig Zweifel darüber seyn, dafs nicht die wahre Ursache der Verlängerung des Spectrums auf dem mit Kurkumäpapier gefärbten Papier sehr verschieden ist von der von Sir John vermutheten, dafs sie von einer Brechbarkeitsveränderung des einfallenden Lichtes herrühre, die das Medium in starrem Zustande bewirkt hat. Kurkumätinktur ist, wie schon erwähnt, eine Flüssigkeit, welche die Eigenschaft der inneren Dispersion in hohem Maafse besitzt. Die eben erwähnte Beobachtung Sir John Herschel's war es, die mich veranlafste, diese Flüssigkeit zu untersuchen. Es ist jedoch durchaus nicht wesentlich, dafs eine empfindliche Substanz im Zustande der Lösung oder eines transparenten Solidums da sey, um die von ihr bewirkte Brechbarkeitsveränderung durch einen directen Versuch zu erweisen, obwohl natürlich die Beobachtungsweise verändert werden mufs.

89. Ein Stück Papier wurde zubereitet, indem man etwas Kurkumätinktur darauf tröpfelte und dann trocknen liefs. Der tief mit Kurkumä gefärbte Theil war hier dicht neben dem weifs gebliebenen, und somit hatte man den Contrast der Wirkungen auf beide Theile. Das Sonnenlicht wurde durch einen senkrechten Schlitz horizontal in ein dunkles Zimmer reflectirt, und das Papier wie gewöhnlich in ein reines Spectrum gestellt. Auf dem gefärbten Theil sah man die festen Linien mit der äufsersten Leichtigkeit bis jenseits der Linie *H* und zwar auf einem gelblichen Grund. Ueberdiefs waren die Farben in dem ganzen stärker brech-

baren Theil des Spectrums gänzlich verändert. Vom rothen Ende an bis etwa zur Linie *F* war keine wesentliche Farbenveränderung vorhanden; allein etwas weiterhin kam eine sehr wahrnehmbare röthliche Farbe zum Vorschein, die bei $F\frac{1}{2}G$ ganz entschieden war und sich daselbst mischte mit der eignen Farbe dieses Theils des Spectrums. Bei etwa $G\frac{1}{7}H$ wurde die Farbe gelblich. Die Wirklichkeit einer Brechbarkeitsveränderung liefs sich leicht nachweisen, wenn man das auf dem Schirm befindliche Spectrum durch ein vor das Auge gehaltenes Prisma brach. Geschah die Refraction in einer der festen Linien parallelen Ebene, so wurden diese durch das ganze Spectrum hin deutlich gesehen. Geschah sie aber in einer dagegen winkelrechten Ebene, so waren die festen Linien wohl in dem weniger brechbaren Theil des Spectrums und bis *F* hin deutlich sichtbar, aber in dem übrigen Spectrum waren sie mehr oder weniger verwaschen und selbst ganz ausgelöscht, je nach ihrer ursprünglichen Stärke, dem Brechungswinkel und Dispersionsvermögen des Prismas und dessen Abstand vom Papier. Mit einem Prisma von kleinem Winkel waren die Ränder der breiten Streifen *H* prismatisch gefärbt.

90. Die Brechbarkeitsveränderung ergab sich ferner durch folgende Beobachtung. Das Papier wurde in ein reines Spectrum gelegt, solchergestalt, dafs die Gränze der gefärbten und ungefärbten Portion das Spectrum der Länge nach durchlief, ein und dieselbe feste Linie also zum Theil auf der gefärbten, zum Theil auf der ungefärbten gesehen wurde. Bei Betrachtung des Ganzen durch ein Prisma von mäfsigem Winkel, welches vor dem Auge so gehalten wurde, dafs die Brechung des Systems in winkelrechter Richtung gegen die festen Linien geschah, erblickte man die Linie *F* ununterbrochen und *G* verschoben, indem das auf dem gelben Theil des Papiers gebildete Stück ein gutes Theil weniger gebrochen war als das auf dem weifsen Theil erzeugte. Das letztere freilich verlängerte sich schwach in den gelben Theil des Papiers, so dafs *G* an dieser Stelle

doppelt erschien; allein das bei weitem intensivere der beiden Bilder war weniger gebrochen als das auf dem weifsen Papier gebildete. Die ganze Erscheinung war von der Art, dafs sie stark den Verdacht einer Täuschung erregte, wie wenn eine andere auf dem gelben Theil des Papiers gebildete Gruppe von festen Linien mit *G* verwechselt worden wäre, obgleich gewifs kein Grund vorhanden war, warum eine solche Gruppe nicht ihr Gegenstück auf dem weifsen Theil gehabt haben sollte. Um jedoch allen Zweifel zu beseitigen, brach ich das System in Richtung der festen Linien, und drehte dann das Prisma um die Augaxe durch 90°, so dafs die Brechungsebene wie zuvor zu liegen kam. Zuerst wurden natürlich die beiden Stücke der Linie *G* in einer und derselben geraden Linie gesehen; und die vollkommene Continuität, aus welcher diese Linie, beim Drehen des Prismas, in die vorhin gesehene Erscheinung überging, hinterliefs über die Wirklichkeit der Verschiebung nicht den leisesten Zweifel.

91. Die Ursache der ganzen Erscheinung ist klar genug. Das von dem beleuchteten Theil des gelben Papiers herkommende Licht bestand in der Nähe von *G* aus zwei Portionen; zunächst aus indigfarbenem Licht, welches auf gewöhnliche Weise zerstreut (*scattered*) worden, dann, in gröfserer Portion, aus heterogenem Licht, welches eine mittlere und zwar ansehnlich geringere Brechbarkeit als *G* besafs, und aus homogenem Licht von höherer Brechbarkeit entstanden war. Die Abwesenheit der ersten Portion veranlafste die schwache Verlängerung des stärker gebrochenen Theils der Linie *G*; die Abwesenheit der zweiten hat zu dem weniger gebrochenen Theil Anlafs.

92. Die breiten Streifen *H* wurden zwar schwach, aber ganz deutlich auf dem weifsen Papier gesehen. Bei seitlicher Brechung derselben durch ein vor dem Auge gehaltenes Prisma von mäfsigem Winkel, wurden sie verworren und prismatisch gefärbt. Die verwaschenen Bilder dieser Streifen, auf dem weifsen und gelben Papier, waren beinahe continuirlich. Daraus geht hervor, dafs die Sichtbar-

keit der Streifen *H* auf dem weifsen Papier von einer Brechbarkeitsveränderung herrührte, welche jene Substanz in dem violetten Lichte von äufserster Brechbarkeit bewirkt hatte.

93. Aehnliche Wirkungen, wie sie das mit Kurkumätinktur gefärbte Papier hervorbringt, giebt auch das Kurkumäpulver und selbst die blofs durchgebrochene Wurzel. Ungeachtet der Rauheit der Bruchflächen sind die Streifen *H* und die festen Linien weithin mit der äufsersten Leichtigkeit zu sehen.

94. Viel besser lassen sich diese Erscheinungen beobachten, wenn man den Schlitz mit einem tief blauen Glase bedeckt, da dieses den hellen Theil des Spectrums ganz absorbirt, dagegen die violetten und unsichtbaren Strahlen, welche bei diesen Erscheinungen hauptsächlich wirksam sind, frei hindurchläfst. Auf diese Weise kann man feste Linien auf gewöhnlichem weifsen Papiere weit über *H* hinaus wahrnehmen. Auch ohne den Gebrauch des blauen Glases lassen sich diese Linien sehen, wenn man die hellen Farben neben dem Rand des Papiers vorbeigehen läfst und blofs das äufserste Violett und die unsichtbaren Strahlen auffängt.

95. Da Papier, mit Kurkumä gefärbt, die Empfindlichkeit dieser Substanz so gut gezeigt hatte, so wurde ich dadurch veranlafst viele andere gefärbte Papiere zu untersuchen, und zwar Papiere, die mit den meisten der schon in Untersuchung genommenen Flüssigkeiten gefärbt waren. Fast immer fand ich, dafs die empfindlichen Substanzen empfindliche Papiere lieferten, die eine Brechbarkeitsveränderung von gleichem Charakter wie die Lösungen zeigten. Aufser dem Kurkumäpapier waren die beiden merkwürdigsten Papiere eins, gefärbt mit einer ziemlich starken Lösung von schwefelsaurem Chinin, und eins gefärbt mit dem Auszug von Stechapfelsamen (*Datura Stramonium*). Ich mufs hier bemerken, dafs ich erst lange Zeit nach Anstellung dieser Versuche mit der hohen Empfindlichkeit eines Absuds von Rofskastanienrinde bekannt wurde. Das

erste der eben erwähnten Papiere zeigte die festen Linien der unsichtbaren Strahlen auf einem blauen Grunde, das letztere auf einem grünen. Das Chininpapier zeigte die Dispersion nicht so früh im Spectrum als das Kurkumäpapier, auch war sie nicht so reichlich in den äufsersten violetten Strahlen und auf eine Strecke weiterhin; allein das Chininpapier war dadurch dem andern überlegen, dafs es die festen Linien von äufserster Brechbarkeit zeigte. Beim Kurkumäpapier war die Gruppe *n* klar genug, allein beim Chininpapier habe ich einige feste Linien der Gruppe *p* gesehen. Das Stramoniumpapier ist im Ganzen, glaube ich, rücksichtlich der Fülle des dispergirten Lichts dem Chininpapier überlegen, scheint ihm aber im Entfalten der festen Linien von äufserster Brechbarkeit kaum gleich zu kommen. Es ist indefs wahrscheinlich, dafs ein mit einer Lösung des empfindlichen Stoffs im Zustand der Reinheit gefärbtes Papier dem Chininpapier in dieser Hinsicht ganz gleich gekommen seyn würde.

96. Ein gefärbtes Papier ist für den Gebrauch etwas bequemer als eine Lösung, allein es zeigt, wie zu erwarten, die festen Linien nicht ganz mit so vieler Zartheit; auch läfst sich mit ihm das Spectrum nicht ganz so gut bis zu den äufsersten Gränzen verfolgen wie mit der Lösung.

97. Die Empfindlichkeit des frischen Blattgrüns liefs sich durch ein damit gefärbtes Papier auf diese Weise nicht darthun; allein die Empfindlichkeit der Substanz, die sich aus schwarzem Thee, von dem der braune Farbstoff durch heifses Wasser entfernt worden, mit Alkohol ausziehen läfst, zeigt sich deutlich durch die Röthe, welche sie in dem stark brechbaren Theil des Spectrums hervorbringt.

98. Papier, gefärbt mit einer Guajaklösung, scheint eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zu machen; allein darüber darf man sich nicht wundern, da ein auf diese Weise zubereitetes Papier im Lichte grün wird, und es hält schwer, diese Verfärbung ganz zu verhüten. Dafs der flüssige Zustand nicht wesentlich ist für die Entfaltung

der Empfindlichkeit dieser Substanz, zeigt sich indefs deutlich durch den hohen Grad von Empfindlichkeit des starren Guajaks. Man sieht dabei die Streifen *H* auf grünlichem Grund. Die Dispersion eines schön blauen Lichts unter dem Einflufs von Strahlen noch höherer Brechbarkeit zeigte das starre Guajak kaum, wenn überhaupt.

99. Schellack, gemeines Harz, Leim, sind sämmtlich höchst empfindlich. Der Grund, auf welchem die festen Linien in der Nähe von *H* gesehen werden, ist beim Schellack braun, beim Harz und Leim grünlich. Die Empfindlichkeit des Leims rührt offenbar nicht von Gallerte her, denn Hausenblase ist fast, wenn nicht ganz, unempfindlich. Diefs sind nur ein Paar Beispiele von Empfindlichkeit; ich werde weiter keine anführen, bis ich eine bessere Beobachtungsmethode beschrieben haben werde. Ich will für jetzt blofs bemerken, dafs verschiedene gefärbte Papiere in dem Zeigen der festen Linien um und jenseits *H* dem Kurkumäpapier nicht sehr nachstehen.

Effect der Brechung eines schmalen Spectrums in lothrechter Ebene.

100. In der zuletzt beschriebenen Vorrichtung, wo ein kurzer (*short*) Schlitz gebraucht ward, war das mit dem gefärbten Papier oder sonst einer Substanz aufgefangene Spectrum natürlich schmal, so dafs die auf dem Papier gebildeten Linien nur kurz waren und für blofse Punkte genommen werden konnten. Wenn man durch ein Prisma so auf dieses Spectrum sah, dafs es in einer lothrechten Ebene gebrochen wurde, so war der Effect sehr auffallend. Gesetzt, das Roth liege zur Linken und die zu brechenden Strahlen gehen aufwärts, so dafs nach dem Beobachter hin das Bild herabwärts geworfen werde. Das ursprüngliche Spectrum auf dem Schirm wird durch das vor dem Auge gehaltene Prisma in zwei von einander divergirende Spectra zerlegt. Das erste derselben läuft von der Linken zur Rechten schief herab und enthält die natürlichen Farben des Spectrums vom Roth bis zum Violett.

Es besteht aus Licht, welches von der Substanz, die das primäre Spectrum aufgefangen hat, in gewöhnlicher Weise zerstreut (*scattered*) worden ist, und die Ursache seiner Schiefe ist einleuchtend. Das zweite Spectrum ist horizontal, d. h. es nähert sich der Gestalt eines langen Rechtecks, dessen längere Seiten horizontal liegen. Natürlich wäre es theoretisch möglich die lothrechten Seiten zu den längeren zu machen, allein wenn der Apparat die zur Bequemlichkeit des Beobachtens nöthige Einrichtung hat, sind die horizontalen Seiten viel länger als die verticalen. Bei diesem zweiten Spectrum laufen die Farben *horizontal*, d. h. die Linien gleicher Farbe liegen horizontal. Die den festen Linien entsprechenden Unterbrechungen des primären Spectrums, welche fast auf Punkte reducirt waren, sind nun verlängert, so dafs man in diesem seltsam gebildeten Spectrum die hauptsächlichsten festen Linien des Sonnen-Spectrums *quer* durch die Farben laufen sieht.

101. Es wird zweckmäfsig seyn, für das zweite der eben genannten Spectra einen Namen zu haben. Da der Ausdruck *secundäres Spectrum* bereits für eine ganz andere Sache gebraucht worden ist, so will ich es *derivirtes* Spectrum nennen. Das erste der divergirenden Spectra soll *primitives* Spectrum heifsen, während das ursprüngliche, noch nicht durch das vor dem Auge gehaltene Prisma zerlegte Spectrum, der Unterscheidung wegen, *primäres* genannt seyn mag, wie es bereits geschehen ist.

102. Uebereinstimmend mit dem in §. 80 ausgesprochenen Gesetz fand sich, dafs das derivirte Spectrum *immer an einer und derselben Seite* des primitiven liegt, und zwar *weniger gebrochen* ist.

103. Die Lebhaftigkeit des derivirten Spectrums, seine Ausdehnung in verticaler wie in horizontaler Richtung, die Farben, aus denen es hauptsächlich besteht, die Vertheilung seiner Helligkeit in horizontaler Richtung, Alles hängt ab von der Natur der Substanz, die das primäre Spectrum auffängt. Als allgemeine Regel läfst sich angeben, dafs es von der Nähe des hellsten Theils des primitiven Spec-

trums ausgeht und sich von da bis zu einer guten Strecke jenseits des äufsersten Violetts ausdehnt, dafs mit einer gegebenen Substanz seine Farbe ziemlich gleichförmig ist, und es sich beim Uebergange von einem Verticalschnitt zu einem andern nicht sehr verändert. Zuweilen bleibt das derivirte Spectrum sehr hell bis zu seiner Vereinigung mit dem primitiven, oder wenigstens bis es ihm so nahe kommt, dafs der höhere Glanz des primitiven Spectrums alle Beobachtung am derivirten hindert; zuweilen bleibt es bis zu einem bedeutenden Abstande vom primitiven Spectrum matt, und dann entsteht, gegenüber einem sehr brechbaren Theil des primitiven Spectrums, eine starke Helligkeit im derivirten, die für eine Strecke anhält, und darauf allmälig verschwindet. Viele der in diesem Paragraph erwähnten Resultate lassen sich besser durch eine etwas andere Methode beobachten, welche kurz beschrieben werden soll.

104. Wie bereits angegeben, sieht man die Streifen *H* deutlich auf weifsem Papier, der bei Versuchen über das Spectrum gewöhnlich angewandten Substanz, allein nur in Folge einer Veränderung in der Brechbarkeit der äufsersten violetten Strahlen. Die nämlichen Streifen haben auch Andere bei ihren Versuchen auf Papier gesehen, aber die Sichtbarkeit derselben nicht auf ihre wahre Ursache zurückgeführt. Bei der in §. 100 beschriebenen Methode und noch besser bei einer noch nicht auseinander gesetzten Methode, kann man sehen, dafs die von weifsem Papier bewirkte Brechbarkeitsveränderung keineswegs auf die äufsersten violetten und die noch stärker brechbaren Strahlen beschränkt ist, sondern dafs sie sich von etwa der Mitte des Spectrums bis zu einem guten Abstand jenseits des äufsersten Violetts erstreckt. Der Abstand, bis zu welchem mittelst des in gewöhnlicher Weise zerstreuten (*scattered*) Lichts die Beleuchtung verfolgt werden kann, läfst sich bei Untersuchung des primitiven Spectrums wahrnehmen. Bei dem auf weifsem Papier und anderen weifsen Substanzen gebildeten Spectrum war ich nicht im Stande, die Beleuchtung bis über den Rand des breiten Streifens *H*

zu verfolgen, was mit dem Beleuchtungsvermögen des äussersten Violetts, wenn man es direct mit dem Auge auffängt, sehr gut übereinstimmt.

Beleuchtungsvermögen der Strahlen von hoher Brechbarkeit.

105. Die Verlängerung des auf Kurkumäpapier gesehenen Spectrums wurde von Sir John Herschel für einen Beweis der Sichtbarkeit der ultra-violetten Strahlen ausgegeben, oder vielmehr für eine Bestätigung anderer Versuche, die ihm zu demselben Schluſs geleitet hatten. Natürlich muſs jetzt der Versuch mit Kurkumäpapier als bedeutungslos für den Gegenstand angesehen werden, allein aus der Art, in welcher Sir John von demselben spricht, geht hervor, daſs er die anderen Versuche für nicht so entscheidend hielt, um einer solchen Bestätigung entbehren zu können. Der Versuch mit dem verzerrten Spectrum muſs in der That jetzt auſser Acht gelassen werden, weil dabei, wie mich Sir John Herschel belehrt hat, das Licht nur auf einen Schirm geworfen ward. Demgemäſs kann die Frage über die Sichtbarkeit dieser Strahlen als noch offen für fernere Untersuchungen betrachtet werden.

Bei Beschäftigung mit einigen der in §. 89 beschriebenen Versuchen hatte ich Gelegenheit in einem recht dunklen Zimmer ein reines Spectrum in Luft zu bilden, wobei der das Sonnenlicht einlassende Schlitz mit einem tief blauen Glase bedeckt war, so daſs selbst hier keine groſse Lichtmenge eintrat. Nun erhellt, daſs wenn überhaupt die ultra-violetten Strahlen sichtbar sind, sie es jetzt bei directer Auffangung mit dem Auge seyn muſsten; denn das blaue Glas war so durchgänglich für diese Strahlen, daſs die festen Linien weit über *H* hinaus mit Leichtigkeit gesehen wurden, selbst auf Substanzen, wie Papier, die in der Empfindlichkeitsscale unten stehen; und die Länge des Spectrums von *B* nach *H* betrug etwa fünf Viertelzoll, so daſs, wenn man die Pupille dem reinen Spectrum nahe hielt und die äuſsersten violetten Strahlen eintreten lieſs,

nicht allein die vom blauen Glase durchgelassenen äufsersten rothen Strahlen, sondern auch die helleren Theile der durchgelassenen blauen und violetten Strahlen ganz ausseits fielen. Hielt man jedoch das Auge einige Zoll vor dem reinen Spectrum, so dafs man die festen Linien deutlich sah, so waren in der That die Streifen *H* mit grofser Leichtigkeit wahrzunehmen: allein ich war nicht im Stande, jenseits des Endes der Gruppe *l*, d. h. am Ende der Fraunhofer'schen Abbildung, feste Linien zu erblicken. Jedoch mögen die Augen verschiedener Personen in der Erregbarkeit durch stark brechbare Strahlen verschieden seyn. Ich mufs bekennen, dafs in Richtung der Prismen ein guter Theil blaues Licht gesehen ward, welches an den Oberflächen der Prismen und Linsen zerstreut worden war. Dieses Licht, obgleich keineswegs blendend, war jedoch hinreichend, das Auge am Sehen ungemein schwacher Gegenstände zu hindern, wenn sie auch wohl begränzt seyn mochten. Aus Mangel an einem Heliostat unternahm ich keinen Versuch zur vollkommneren Isolirung der ultra-violetten Strahlen [1]).

Es scheint mir indefs von geringer Wichtigkeit, so weit es mit anderen physikalischen Fragen zusammenhängt, zu wissen, ob das Beleuchtungsvermögen dieser Strahlen absolut Null sey oder blofs ungemein schwach. Gewifs ist, dafs wenn es auch nicht absolut Null ist, es doch wenigstens in sehr grofsem Mifsverhältnifs zu dem Effect steht, welchen diese Strahlen bei den in dieser Abhandlung behandelten Erscheinungen hervorbringen, und in der That ist diefs selbst für die violetten Strahlen wahr. Mit *Beleuchtungsvermögen* meine ich natürlich das Vermögen, eine Lichtempfindung hervorzubringen, wenn sie direct vom Auge aufgenommen werden; denn dadurch, dafs sie zu Licht von niederer Brechbarkeit Anlafs geben, sind sie im Stande die Gegenstände, auf welche sie fallen, stark zu beleuchten.

1) Siehe Note *B*.

Eine speciell auf opake Körper anwendbare Beobachtungsmethode.

106. In einigen der bereits beschriebenen Versuche wurde gezeigt, dafs gefärbte Papiere und starre Körper eine Brechbarkeitsveränderung hervorbringen können. Es giebt jedoch eine Beobachtungsmethode, die der dabei angewandten weit vorzuziehen ist und in einigen Fällen selbst mit Vortheil zur Untersuchung durchsichtiger Körper angewandt werden kann. Bei dem in §. 100 beschriebenen Versuch war das primitive Spectrum rein, allein das derivirte unrein, wegen der endlichen Länge des Schlitzes. Wäre der Schlitz auf einen Punkt reducirt worden, so würde freilich das derivirte Spectrum eben so rein wie das primitive gewesen seyn, allein die Lichtmenge wäre so klein geworden, dafs das primäre Spectrum schwerlich eine prismatische Zerlegung ertragen hätte. Es ist im Ganzen gut, ein Paar empfindliche opake Substanzen in einem sehr reinen Spectrum zu untersuchen, weil dann das Auftreten fester Linien, welche im derivirten Spectrum die Farben quer durchlaufen, selbst den leisesten Zweifel an der Wirklichkeit der Brechbarkeitsveränderung des einfallenden Lichts entfernt. Sonst besteht der theoretische Vortheil, das primitive Spectrum rein zu haben, nur darin, dafs es uns hoffen läfst, jede sehr rasche Schwankung in der Farbe oder Intensität des dispergirten Lichts zu entdecken. Natürlich spreche ich nur von den Versuchen, wo das Spectrum zur Untersuchung einer Substanz angewandt wird, nicht umgekehrt die Substanz zur Untersuchung des Spectrums. Practisch genommen habe ich indefs keinen Vortheil in dieser Beziehung gefunden, denn plötzliche oder fast plötzliche Veränderungen in der Farbe oder Intensität des dispergirten Lichts kommen schwerlich, wenn überhaupt vor, ausgenommen, wenn das thätige und das dispergirte Licht gleiche Brechbarkeit besitzen. Allein solche Veränderungen lassen sich selbst mit einem reinen primitiven Spectrum nicht beobachten, weil an der Stelle, wo sie vorkommen das primitive und das derivirte Spectrum

ein-

einander übergreifen; und aufserdem würde die Lebhaftigkeit des primitiven Spectrums alle genaue Beobachtung des derivirten verhindern. Freilich wurden bei dem Chlorophyll oder einigen seiner Modificationen Intensitätsveränderungen von anscheinend nahe derselben Natur beobachtet, wenn das active und das dispergirte Licht an Brechbarkeit weit verschieden waren. Allein es ist schwer, wenn nicht unmöglich, die Empfindlichkeit dieser Substanz an einem damit gefärbten Papier oder am grünen Laube zu beobachten, ausgenommen nach einer noch zu beschreibenden Methode, so dafs sich nicht erwarten läfst, solche Schwankungen würden ausgemittelt werden. Aufserdem ist daran zu erinnern, dafs die Schwankungen, welche bei Chlorophyll-Lösungen beobachtet wurden, Schwankungen in dem Verhältnifs der Erzeugung des dispergirten Lichts waren, nicht Schwankungen in der totalen Summe des dispergirten Lichts, welches, während das thätige Licht erschöpft war, hervorgebracht ward. Schwankungen der ersten Art schliefsen keineswegs die der letzten Art ein; und in der That der Umstand, dafs Maxima der Thätigkeit in der Lösung Minimis der Durchsichtigkeit entsprechen, scheint zu zeigen, dafs die Gesammtmenge des dispergirten Lichts, betrachtet als Function der Brechbarkeit des thätigen Lichts, nicht diesen Schwankungen unterworfen ist oder wenigstens nichts Aehnlichem von gleichem Betrage. Nun mufs die Gesammtmenge des rothen Lichts, welches von grünem Laube oder von einem mit Chlorophyll-Lösung gefärbten Papier dispergirt wird, abhängen zugleich von der Empfindlichkeit und der Durchsichtigkeit dieser Substanz, und daher ist es wahrscheinlich, dafs solche Maxima und Minima nicht beobachtet werden würden, selbst wenn das dispergirte Licht viel stärker wäre als es ist.

107. Gesetzt nun der Schlitz, durch welchen das Licht eintritt, werde, statt in verticaler, in horizontaler Lage angebracht, so dafs er in der Refractionsebene liege. Entsprechend einem Licht von gegebener Brechbarkeit wird das Bild des Schlitzes, welches nach der Brechung durch

die Prismen und die Linse entsteht, nun ein schmales Parallelogramm seyn, welches man als eine horizontale Linie betrachten kann. Die Reihe dieser Linien, die einander in horizontaler Richtung folgen und also übergreifen, bilden das Spectrum, welches auf den zu untersuchenden Körper einfällt. Dieses Spectrum ist nun nicht mehr ganz rein, sondern bloſs annähernd rein, was jedoch, wie wir sehen, von keiner groſsen Bedeutung ist. Allein durch dieses unbedeutende Opfer sind zwei groſse Vortheile erreicht. Zunächst eine Verstärkung der Helligkeit. Wenn der Schlitz vertical ist, nimmt das von dem Körper aufgefangene Spectrum ein Rechteck ein, welches die Länge des Bildes vom Schlitze zur Breite hat; wenn es aber horizontal ist, ist dieselbe oder sehr nahe dieselbe Lichtmenge concentrirt in ein Rechteck, dessen Länge der früheren gleich ist (die Länge des Bildes vom Schlitz vernachlässigt im Vergleich zur Länge des Spectrums), dessen Breite aber nur so viel beträgt als die Länge des Bildes einer quer durch den Schlitz gezogenen Linie. Folglich ist die Intensität des einfallenden Lichtes erhöht in dem Verhältniſs der Breite zur Länge des Schlitzes. Der zweite Vortheil ist die Reinheit des derivirten Spectrums, ein Punkt von vielem Belange, weil manchmal die Zusammensetzung dieses Spectrums sehr merkwürdige Eigenthümlichkeiten darbietet. Wenn der Schlitz nicht zu lang ist, ist das in Luft gebildete Spectrum noch hinreichend rein, um in allgemeiner Weise ausmitteln zu lassen, was für Brechbarkeiten diejenigen Portionen des einfallenden Lichtes besitzen, welche bei der Erzeugung des dispergirten Lichts am wirksamsten sind; und das ist fast Alles, was sich thun läſst, selbst wenn das Spectrum sehr rein ist.

108. Die eben beschriebene Beobachtungsmethode ist zuletzt fast ausschlieſslich von mir zur Untersuchung opaker Substanzen angewandt. Da es zweckmäſsig seyn wird für sie einen Namen zu haben, so werde ich sie Untersuchung einer Substanz in *linearem Spectrum* nennen. Bei Untersuchung von Substanzen, die nur wenig empfindlich

sind, ist es oft sehr vortheilhaft, den Schlitz mit einem blauen Glase zu bedecken.

109. Fig. 5, Taf. I, giebt eine Vorstellung von dem gewöhnlichen Aussehen des primären linearen, des primitiven und des derivirten Spectrums. *XY* ist das primäre Spectrum, wie es mit bloſsem Auge gesehen wird, *RV* das primitive und *ST* das derivirte Spectrum, in welche beide das erstere zerlegt wird, wenn man das Prisma vor dem Auge hält. Die Richtung der Schattirung in *RV* soll die Zusammensetzung dieses Spectrums vorstellen, welches betrachtet werden kann als bestehend aus einer unendlichen Zahl von Bildern des Schlitzes in schiefer Lage, geordnet nach ihrer Brechbarkeit. Die Richtung der Schattirung in *ST* ist die der Linien gleicher Farbe und gleicher Brechbarkeit. Natürlich repräsentirt die Figur nicht den Betrag der verticalen Verschiebung des primären Spectrums, wenn es durch ein vor dem Auge gehaltenes Prisma betrachtet wird.

110. Es giebt eine andere Beobachtungsweise, welche ich zuweilen bequem gefunden habe, wenn zu bestimmen war, ob eine Substanz wenigstens einen niederen Grad von Empfindlichkeit besitze. Bei dieser Methode wurde das Sonnenlicht horizontal reflectirt und darauf erst durch eine groſse, dann durch eine kleine Linse geleitet. Die kleine Linse war bedeckt mit einem kleinen parallelwandigen Glasgefäſs, welches eine blaue Kupfer-Ammoniak-Lösung enthielt, oder auch mit einem dunkelblauen Glase nebst einer schwachen Lösung von salpetersaurem oder schwefelsaurem Kupferoxyd. Die letztere Lösung hatte den Zweck, das vom Glase durchgelassene äuſserste Roth zu absorbiren. Das von der Linse austretende Licht wurde nun durch ein Prisma zerlegt, entweder direct mit dem Auge aufgefangen oder auf einen weiſsen Gegenstand fallen gelassen, von dem man sich vorher überzeugt hatte, daſs er die Brechbarkeit des auf ihn fallenden Lichtes nicht verändere. Sauberes weiſses Steingut fand ich hierzu sehr geeignet, doch muſs jeder Beobachter die von ihm angewandte Substanz

vorher selber prüfen. Gebraucht man einen Probegegenstand, wie weifses Steingut, so stellt man ihn in den Brennpunkt der Linse, und zerlegt den auf ihm gebildeten Fleck von blauem Licht durch ein Prisma, um zu sehen, ob die Absorption hinlänglich sey. Hält man die sichtbaren Strahlen für hinreichend absorbirt, so bringt man den zu beobachtenden Körper in den Brennpunkt der Linse und betrachtet den auf ihm gebildeten Lichtfleck durch ein Prisma. Das dann gesehene Spectrum wird verglichen mit dem, welches der Probegegenstand giebt. Diese Beobachtungsweise ist etwas leichter als die des Linearspectrums und wenigstens eben so fein, wenn blofs zu bestimmen ist, ob eine Substanz empfindlich sey oder nicht; allein im Ganzen ist sie nicht so nützlich. Zuweilen kann sie bei durchscheinenden Körpern mit Vortheil benutzt werden.

111. Eine ungemeine blasse Lösung von salpetersaurem oder schwefelsaurem Kupferoxyd ist hinreichend, das von dunkel-blauem Glase durchgelassene äufserste Roth zu absorbiren. Diefs ist nicht der Fall mit der ammoniakalischen Lösung, die, erst wenn sie ziemlich tief blau ist, das äufserste Roth absorbirt. Ihr Absorptionsvermögen ist am gröfsten nicht für das äufserste Roth, sondern etwa für Orange, wie man diefs beim Gebrauche eines Kerzenlichts sehen kann, welches an rothen Strahlen reicher ist als Tageslicht.

112. Eine andere Beobachtungsweise, welche zuweilen nützlich ist, besteht in der Anwendung einer grofsen Linse und eines absorbirenden Mediums, wie in §. 110 beschrieben, doch ohne Zusatz einer kleinen Linse. Die zu untersuchende Substanz wird in das verdichtete Bündel gebracht und durch ein absorbirendes Medium betrachtet, welches annähernd complementar zu dem ersteren ist. Diese Methode ist besonders nützlich zur Untersuchung einer verworrenen Masse verschiedenartiger Substanzen. Die kleinsten Bruchstücke einer empfindlichen Substanz zeigen sich auf diese Weise.

Resultate erhalten mit einem Linearspectrum.

113. Wendet man diese Methode zur Untersuchung gewöhnlicher Gegenstände an, so findet man, dafs die Eigenschaft, eine Brechbarkeitsveränderung im einfallenden Lichte hervorzubringen, aufserordentlich gemein ist. Holz mannigfacher Art, Kork, Horn, Knochen, Elfenbein, weifse Muscheln, Leder, Federspulen, Federn, weifse Borsten, die Haut der Hand, Fingernägel u. s. w. sind alle mehr oder weniger empfindlich. Eine Liste der empfindlichen Substanzen zu entwerfen, wäre eine endlose Arbeit. Denn selten findet man eine weifse oder hellfarbene organische Substanz, die nicht mehr oder weniger empfindlich wäre. Ich spreche nicht von organischen Substanzen im Zustande chemischer Isolation, denn diese sind theils empfindlich, theils nicht. Dafs Substanzen von dunkler Farbe sich häufig unempfindlich erweisen, ist nicht anders als zu erwarten, weil das dispergirte Licht nicht von der Oberfläche reflectirt wird, sondern von allen Punkten einer Schicht von endlicher Dicke ausgeht; und damit dispergirtes Licht zum Vorschein komme, ist nothwendig, dafs beides, das eindringende thätige Licht und das zurückkehrende dispergirte Licht von anderer Brechbarkeit, der Absorption seitens der farbigen Substanz entgehen. Solche Substanzen bestehen gewöhnlich aus einem Gemische mannigfacher chemischer Ingredienzien, von denen eins oder mehre sehr wahrscheinlich empfindlich seyn können, in welchem Fall die Substanz sich mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin vergleichen läfst, welcher Dinte beigemischt ist. Häufig ist jedoch der färbende Stoff selber empfindlich.

114. Unter den empfindlichen Substanzen habe ich die Haut der Hand aufgeführt, die etwas tief in der Scale steht. Ich habe den Rücken der Hand als ein bequemes Probemittel gefunden. Ist das Sonnenlicht nicht stark genug, um das derivirte Spectrum auf der Hand mit Leichtigkeit zu zeigen, so nutzt es wenig, das Beobachten zu versuchen.

115. Es ist überflüssig zu sagen, dafs Papiere, die mit Kurkumätinktur oder einer Lösung von schwefelsaurem

Chinin getränkt sind, ihre Empfindlichkeit in merkwürdiger Weise entfalten, wenn sie in einem Linearspectrum untersucht werden. Die Empfindlichkeit des Kurkumäpapiers wird, wenn man es dem Lichte aussetzt, etwas geschwächt, dagegen aber wesentlich verstärkt, wenn man es mit einer Lösung von Weinsäure tränkt.

116. Papier, gefärbt mit dem ätherischen Auszug von trockner Orseille, zeigte die Empfindlichkeit dieser Substanz sehr gut. Das derivirte Spectrum bestand hauptsächlich aus zwei verschiedenen Portionen, die eine Orange mit etwas Roth enthaltend, die andere vorzüglich aus Grün bestehend, genau wie bei dem dispergirten Lichtbündel, welches das weifse Licht, als Ganzes genommen, in der Lösung selbst erzeugte. In der That habe ich gefunden, dafs die prismatische Zusammensetzung des dispergirten Lichts selbst bequemer mittelst eines Linearspectrums bestimmt werden konnte als mittelst des durch eine Lösung dispergirten Bündels.

117. Die Kapseln der *Datura Strammonium* sind inwendig fast weifs und anscheinend gleichförmig weifs. Untersucht man sie aber in einem Linearspectrum, so kommen in den unsichtbaren Strahlen gewisse Flecke wie helle Wolken zum Vorschein. Die ganze Innenseite ist empfindlich, wie solche Substanzen es fast immer sind; allein diese Flecke, gegen welche vermuthlich die Saamen gedrückt haben, sind es merkwürdig. Die Kapseln wurden untersucht, nachdem sie aufzuplatzen begonnen hatten.

118. Mittelst eines Linearspectrums läfst sich die Empfindlichkeit des Chlorophylls im grünen Laube entdecken. Sie zeigt sich in dem derivirten Spectrum durch das Auftreten eines schmalen rothen Streifs von merkwürdig niederer Brechbarkeit. Dieselbe ist so niedrig, dafs ich diesen Streif fast immer getrennt fand von dem derivirten Spectrum, welches von anderen dem Chlorophyll oder einer seiner Modificationen etwa beigemischten empfindlichen Substanzen herrührte.

119. Blumenblätter, so weit ich sie untersuchte, bil-

den eine wegen ihrer Unempfindlichkeit bemerkenswerthe Klasse von Substanzen, indem einige ganz unempfindlich sind, andere nur schwach empfindlich. Das hellgelbe strohige Involucrum einer Species der Strohblume (*everlasting*) erwies sich jedoch stark empfindlich und seine Empfindlichkeit entfaltete sich auch in einer alkoholischen Lösung. Diefs Medium war empfindlich genug um eine ziemlich reichliche dispersive Reflexion von blafs grün-gelbem Licht zu zeigen. Seine Empfindlichkeit war mehr wie gewöhnlich auf die Strahlen von sehr hoher Brechbarkeit beschränkt.

120. Unter den Blumenblättern sind die merkwürdigsten, welche ich beobachtete, die vom purpurfarbenen Kreuzkraut (*Senecio elegans*). Diese dispergiren ein rothes Licht, reichlicher als es sonst bei Blumenblättern vorkommt. Wird ein Blumenblatt hinter den Schlitz gestellt und das durchgelassene Licht zerlegt, so zeigt es drei merkwürdige Absorptionsstreifen, sehr ähnlich denen des blauen Glases, aber dichter zusammen, und später beginnend im Spectrum, in dem der erste etwa an der Stelle des Orange erscheint. Noch besser sind diese Streifen in einer Lösung des Farbestoffs in schwachem Alkohol zu sehen. Als dieses Medium nach der dritten Methode mit einer Linse von kürzerer Brennweite als gewöhnlich untersucht, und dabei von oben herab beschaut wurde, zeigten sich die Orte der Absorptionsstreifen durch zahnförmige Unterbrechungen des von Staubtheilchen reflectirten Lichtbündels. Die Spitzen dieser Zähne wurden von rothem dispergirtem Licht eingenommen, welches in den dazwischen liegenden, von Staubtheilchen reflectirten Lichtbündeln nicht vorkam, woraus hervorgeht, dafs bei diesem Medium dieselbe Art von Zusammenhang zwischen Absorption und Dispersion stattfindet, wie, nach §. 59, bei den Lösungen des Chlorophylls und dessen Abänderungen.

121. Tang-Arten schienen alle mehr oder weniger empfindlich, die meisten von ihnen stark. Alle oder fast alle, mit Ausnahme der weifsen, zeigten im derivirten Spectrum den sonderbaren rothen Streif, welcher auf Chlorophyll

und dessen Abänderungen deutet. Auch das durchgelassene Licht zeigte mehr oder weniger die von dieser Substanz herrührenden Absorptionsstreifen, was ebenso der Fall war bei getrockneten, mit Alkohol ausgezogenen Exemplaren. Allein das merkwürdigste Beispiel von Empfindlichkeit bei den Tangarten fand sich bei dem rothen Farbestoff, der in dem rothen, orangerothen, nelkenrothen und purpurfarbenen Tange enthalten ist. Nach seinen optischen Eigenschaften zu urtheilen, scheint dieser Farbestoff in allen diesen Fällen derselbe zu seyn, nur gemischt in verschiedenen Verhältnissen mit Chlorophyll oder einigen der Abänderungen desselben, und wahrscheinlich noch mit andern Farbstoffen, wodurch die mannigfaltigen Farben solcher Tangarten entstehen. Das derivirte Spectrum solcher Tangarten besteht hauptsächlich aus einem Streifen von ungewöhnlicher Helligkeit, welcher etwas Roth, im Gefolge von Orange und Gelb enthält. Dieser Streif verwäscht sich allmälig an seiner weniger brechbaren Seite, wo er durch einen dunklen Zwischenraum getrennt wird von dem schmalen wohlbegränzten rothen Streif von noch geringerer Brechbarkeit, der von Chlorophyll herrührt. An seiner stärker brechbaren Seite ist er jedoch ungewöhnlich scharf begränzt.

122. Wenn das von solchem Tang durchgelassene Licht prismatisch zerlegt wird, so sieht man, aufser wenigstens einem der vom Chlorophyll herrührenden Absorptionsstreifen, einen Streif, welcher das Gelb auslöscht, einen zweiten, welcher das Grün vom Blau scheidet, und einen dritten, weit weniger hervortretenden, welcher das Grün halbirt. Das Ganze des Grün wird schneller absorbirt als das Blau dahinter, und zuletzt bleibt allein das Roth übrig.

123. Von gewissen Tangarten, im frischen Zustande, läfst sich der rothe Farbestoff mit kaltem Wasser ausziehen; wenn aber einmal die Pflanze getrocknet ist, kann der Farbestoff auf keine mir bekannte Weise ausgezogen werden. Er ist anscheinend unlöslich in Alkohol und Aether,

und wird beim Kochen zerstört. Nach langer Zeit zieht kaltes Wasser nur eine Spur von ihm aus.

124. Ein Stück von frisch gepflücktem rothem Tang, mit kaltem Wasser zerdrückt, trat diesem seinen rothen Farbestoff ab. Der Rückstand mit Alkohol behandelt, gab fast sogleich eine durch Chlorophyll grün gefärbte Flüssigkeit, wogegen diese Substanz aus trocknem Tang nur sehr langsam und sparsam ausgezogen wird. Getrockneter Tang läſst sich, wie es scheint, vergleichen mit einer innigen Mischung von Gummi und Harz, welche von Wasser oder von Alkohol nur sehr schwierig angegriffen werden würde.

125. Die Lösung des rothen Farbstoffs war höchst empfindlich und zeigt eine reichliche dispersive Reflexion von gelblich orangerothem Lichte. Das durchgelassene Licht war nelkenfarben oder roth, je nach der Dicke, welche es von der Flüssigkeit durchgedrungen hatte. Als dieses Licht zerlegt ward, zeigten sich dieselben drei Absorptionsstreifen, deren schon erwähnt wurde. Die Zerlegung des Lichtes, welches von den Wedeln verschiedener rother Tangarten durchgelassen wurde, machte es höchst wahrscheinlich, daſs die schwache Theilung in dem Grün dem rothen Farbstoff angehörte; allein bis ich nicht diesen Stoff in Lösung hatte, war ich unsicher, ob es nicht von Chlorophyll herrührte, dessen Spectrum ebenfalls eine Theilung im Grün zeigt.

126. Als diese Flüssigkeit nach Sir David Brewster's Weise untersucht und das dispergirte Bündel zerlegt wurde, fand sich das Spectrum bestehend aus einem breiten Streifen gleich dem schon beschriebenen, welcher im derivirten Spectrum eines Wedels von rothem Tang gesehen wurde. Als die Lösung, welche zufällig sehr schwach war, nach der dritten Methode untersucht ward, fand sich, daſs die Dispersion hauptsächlich erzeugt ward durch ein Stück des einfallenden Spectrums, dessen Breite etwa gleich war der des Zwischenraums zwischen den beiden hauptsächlichen Absorptionsstreifen. Jedem dieser Streifen entsprach

ein Thätigkeitsmaximum. Die Farbe des dispergirten Lichts war fast gleichförmig; allein durch die dritte Beobachtungs-Methode liefs sich ein schwaches dispergirtes Roth nachweisen, welches erschien, ehe der Haupttheil der Dispersion zu Stande kam. Dieses Medium liefert ein sehr gutes Beispiel von innigem Zusammenhang zwischen Absorption und innerer Dispersion.

127. Die Farbstoffe der Vögelfedern scheinen unempfindlich zu seyn; weifse Federn sind am empfindlichsten, nächst dem die blassen, die schwarzen sind es gar nicht. Ich habe jedoch keine grofse Sammlung untersucht.

128. Bei farbigen Früchten, z. B. Johannisbeeren u. s. w., schien der Farbstoff, in den sehr wenig Fällen, welche ich untersuchte, ganz unempfindlich.

129. Eine Reihe von Wasserfarben war keineswegs merkwürdig durch Empfindlichkeit, eher das Gegentheil. Die unorganischen Farben scheinen ganz unempfindlich zu seyn, ausgenommen Bleiweifs, dessen Empfindlichkeit vielleicht von der Gestalt (*size*) herrührte, und weder im Charakter noch im Betrage etwas Ausgezeichnetes darbot. Eine Wasserfarbe fand ich jedoch, Indisches Gelb genannt, die einen ziemlich hohen Rang unter den empfindlichen Stoffen einnimmt; sie ähnelt in ihrer Dispersionsweise der Kurkumä, kommt ihr aber in der Gröfse der Empfindlichkeit nicht gleich. Sie soll aus uransaurem Kalk bestehen, allein ich weifs nicht, in wiefern sie chemisch rein ist.

130. Viele zum Färben gebrauchte Substanzen und viele ganz gemeine gefärbte Gegenstände liefern sehr merkwürdige Beispiele von Empfindlichkeit. Orseille, Lackmus und Kurkumä sind bereits aufgeführt, und von der *Mercurialis perennis*, an welcher ich eine auffallende Empfindlichkeit beobachtete, sagte mir neulich ein Freund, dafs sie früher zum Färben angewandt worden sey. Ein Stück scharlachrothes Tuch, untersucht im Linearspectrum, gab ein reichliches derivirtes Spectrum, welches sehr schmal war und hauptsächlich aus dem brechbareren Roth bestand. Bei einem verticalen Schlitz wurden die Streifen *H* und

die jenseits liegenden festen Linien auf einem rothen Grund gesehen. Papier, getränkt erst mit einer Cochenille-Lösung und dann mit Alaun-Lösung, entfaltete, bei Untersuchung im Linearspectrum, einen ziemlich hohen Grad von Empfindlichkeit, und das derivirte Spectrum bestand dabei aus einem rothen Streif. Als Weinsäure statt der Alaun-Lösung angewandt wurde, war die Dispersion ein gutes Theil reichlicher.

Gemeines rothes Zwirnband (*tape*) liefert ein anderes Beispiel, wo das derivirte Spectrum sehr reichlich ist, und hauptsächlich aus einem rothen Streifen besteht. Eine rothe Wolle, ich glaube gefärbt mit Krapp, erwies sich ungemein empfindlich. Das derivirte Spectrum war ziemlich breit und seine vorwaltende Farbe war roth. Grüne Wolle, ich weifs nicht womit gefärbt, war auch sehr enpfindlich, gab ein ziemlich breites derivirtes Spectrum, in welchem das Grün die vorwaltende Farbe war. Diese Beispiele mögen genügen; allein der Leser darf nicht glauben, dafs es unter den gefärbten Substanzen die einzigen wären, bei welchen eine Dispersion beobachtet wurde.

131. Fernambukholz, Safflor, rothes Sandelholz, Gelbholz und Krapp, alle gaben Lösungen, die einen ziemlich hohen Grad von Empfindlichkeit besafsen. Die hier angeführten Lösungen waren solche, wie man sie direct mit Wasser u. s. w. erhält. Die schön rothen Farbstoffe des Campecheholz und Camholz scheinen unempfindlich zu seyn; denn die frisch gemachte wäfserige Lösung des ersteren zeigte keine wahrnehmbare Empfindlichkeit, und die schwache Empfindlichkeit, welche die ähnliche Lösung des letzteren zeigte, schien keine Beziehung zu dem rothen Farbstoff zu haben.

132. Papier, gefärbt mit einem alkoholischen Auszug von Krapp, war in ziemlich hohem Grade empfindlich; allein diese Empfindlichkeit ward bedeutend verstärkt, wenn es hernach mit Alaunlösung getränkt wurde. Demgemäfs fand ich, dafs ein Absud von Krapp mit einer Alaunlösung einen sehr hohen Grad von Empfindlichkeit zeigte und eine

starke dispersive Reflexion von gelbem Licht entfaltete. In diesem Medium fing die Dispersion bei etwa der festen Linie *D* an und erstreckte sich von da bis über das äufserste Violett hinaus, so dafs von den festen Linien die Gruppe *n* mit grofser Leichtigkeit gesehen ward.

133. Safflor-Roth, in der Form, in welcher es unter dem Namen *Tellerroth* (*pink saucer*) verkauft wird, erwies sich stark empfindlich; es gab ein helles und schmales derivirtes Spectrum, welches hauptsächlich aus brechbarerem Roth bestand. Diese Substanz besafs einige andere merkwürdige optischen Eigenschaften, welche jedoch nicht unmittelbar zum Gegenstande dieses Aufsatzes gehören.

134. Metalle erwiesen sich ganz unempfindlich. Ich untersuchte Gold, Platin, Silber, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Zink und Zinn, Messing verhält sich in dieser Beziehung wie ein einfaches Metall; ist es aber mit einem Firnifs (*lacker*) überzogen, so entwickelt dieser seine eigene Empfindlichkeit.

135. Die nicht-metallischen Elemente, Kohle, Schwefel, Jod und Brom sind unempfindlich.

136. Unter den gemeinen Steinen fand ich dunklen Feuerstein, Kalkstein, Kreide und einige andere empfindlich, obgleich in niederem Grade, verglichen mit organischen Substanzen. Um gegen jede Verunreinigung der Oberfläche gesichert zu seyn, brach ich die Steine durch und untersuchte die frische Bruchfläche. Bei den erwähnten Steinen kann die beobachtete Empfindlichkeit nicht ihrem Hauptbestandtheil zugeschrieben werden, denn Quarz, Chalcedon, Kalkspath und Carrarischer Marmor sind unempfindlich.

Uran-Verbindungen.

137. Gegen Ende des letzten Herbst, als die vorgerückte Jahreszeit nur noch wenig Gelegenheit zu Beobachtungen darbot, erfuhr ich von mehren Seiten, dafs das gelbe Glas, dessen ich vorhin als in so hohem Grade mit der Eigenschaft der innern Dispersion begabt erwähnt habe,

mit Uranoxyd gefärbt ist. Diefs machte es interessant, andere Uranverbindungen zu untersuchen. Ich verschaffte mir daher krystallisirtes salpetersaures Uranoxyd, und untersuchte nun sowohl dieses, als einige daraus dargestellte Verbindungen, nebst mehren uranhaltigen Mineralien nach den bereits beschriebenen Methoden.

138. Die Krystalle des salpetersauren Uranoxyds waren nicht grofs und vollkommen genug um eine Untersuchung nach den auf Flüssigkeiten und klare Solida anwendbaren Methoden zu gestatten; allein sie liefsen sich leicht mittelst eines Linearspectrums beobachten. Sie zeigten sich in sehr hohem Grade empfindlich, dispergirten ein grünes Licht, welches dieselbe sehr merkwürdige Zusammensetzung hatte, welche schon bei dem gelben Glase beschrieben worden ist. Als ich einen Krystall und dieses Glas in die Verlängerung desselben Linearspectrums brachte, und das Ganze durch ein Prisma betrachtete, schienen die fünf Streifen, welche das derivirte Spectrum eines jeden der beiden Media gab, einander zu entsprechen, was ihre Lage in dem Spectrum betraf. Bei starker Concentration des Lichts sah ich überdiefs einen Streifen von gröfserer Brechbarkeit in dem Spectrum des Krystalls.

139. Einige Krystalle von salpetersaurem Uranoxyd wurden mäfsig erhitzt, so dafs wenigstens ein guter Theil des Krystallwassers davon ging. Nach einiger Zeit wurde der Rückstand opak und fast weifs. In diesem Zustand war er empfindlicher als die Krystalle. Das dispergirte Licht war nicht mehr genau von derselben Farbe, sondern mehr weifser, und das derivirte Spectrum zeigte bei der Analyse, aufser den gewöhnlichen hellen Streifen des derivirten Spectrums der Krystalle, einen blauen noch brechbareren Streifen. Die geschmolzene Masse zog allmälig Feuchtigkeit aus der Luft an und veränderte ihre Farbe in die der Krystalle; dann war der brechbarste der hellen Streifen aus dem derivirten Spectrum verschwunden. Obgleich ich diesen Streifen, wenn das einfallende Licht sehr stark concentrirt war, selbst in den Krystallen sah, so war er

doch schwach im Vergleich mit den vorhergenannten Streifen, wogegen seine Intensität, bei der weifslichen Masse, nicht sehr verschieden von der der übrigen war. Es erhellt daraus, dafs durch die theilweise Entwässerung der Krystalle sowohl die Qualität als die Quantität des dispergirten Lichts geändert ward.

140. Eine Lösung von salpetersaurem Uranoxyd ist entschieden empfindlich, obwohl nicht hinreichend um eine grofse dispersive Reflexion zu zeigen. Bei der Zerlegung löst sich das dispergirte Bündel in helle Streifen auf. Als die Lösung in einem reinen Spectrum untersucht wurde, fand sich, dafs die Dispersionsweise mit der des Kanarienglases übereinstimmte. Die Dispersion beginnt plötzlich, an derselben Stelle des Spectrums, wo sie beim Glase anfängt, und nach einem etwas schmalen Streifen, worin reichlich Licht dispergirt wird, fogt ein merkwürdiges Empfindlichkeitsminimum gerade wie beim Glase (§. 76), wo das dispergirte Licht fast unwahrnehmbar ist. Hierauf tritt wieder Dispersion auf, die aber nichts Merkwürdiges zeigt. Das Empfindlichkeitsminimum liegt bei der Lösung des salpetersauren Uranoxyds und bei dem gelben durch Uran gefärbten Glase genau an derselben Stelle im Spectrum.

141. *Gelber Uranit.* — Diefs Mineral zeigte sich bei Untersuchung im Linearspectrum in äufserst hohem Grade empfindlich. Das derivirte Spectrum bestand, wie bei dem Glase, aus hellen Streifen mit regelmäfsigen Zwischenräumen, doch waren hier deren sechs zu sehen, nämlich noch einer in dem schwachen Roth am Ende des Spectrums, welcher bei dem Glase nicht ermittelt werden konnte.

142. *Grüner Uranit* oder *Chalcolit.* — Nach Hrn. Peligot ist die Formel des gelben Uranits von Autun: $PO_5 \cdot CaO.2(U_2O_2O).8HO$, und der grüne Uranit weicht von dem gelben nur darin ab, dafs der Kalk durch Kupferoxyd ersetzt ist [1]). Dennoch erwies sich ein grüner Uranit, als er im Linearspectrum untersucht ward, ganz unempfindlich. Das primitive Spectrum zeigte indefs ein sehr

1) *Ann. de chim. T. V.* (1842) *p.* 46.

merkwürdiges System von dunklen Streifen, welches von der Licht-Absorption des Minerals abhing. Bei Untersuchung dieser Streifen ist die vorherige prismatische Zerlegung des Lichts nicht allein unnöthig, sondern entschieden nachtheilig. Es ist besser die Prismen gänzlich fortzulassen und blofs die Linse zu gebrauchen, dabei das Mineral so zu stellen, dafs das Bild des Schlitzes auf dasselbe zu liegen kommt. Die so gebildete helle Linie betrachtet man aus zweckmäfsigem Abstande durch ein Prisma und hält das Auge aufser der Richtung der regelmäfsigen Reflexion. Die Lage eines jeden Streifens, der im Spectrum erscheinen mag, kann mittelst der gleichzeitig gesehenen festen Linien bestimmt werden, oder, wenn man die letzteren deutlicher zu sehen wünscht, so braucht man nur ein Stück Papier am Mineral zu befestigen und so zu stellen, dafs das Bild des Schlitzes zum Theil auf dem Mineral, zum Theil auf dem Papier gebildet wird. Die Art, in welcher hierbei die Absorption des Mediums ins Spiel kommt, wird im §. 176 ausführlicher betrachtet werden.

143. Als grüner Uranit auf diese Weise untersucht wurde, zeigte er ein sehr merkwürdiges System von dunklen Absorptionsstreifen. Es waren ihrer sieben oder jedenfalls sechs vorhanden, geordnet mit all der Regelmäfsigkeit der Interferenzstreifen. Der erste lag bei etwa $6\frac{4}{7}$ *F*, der zweite bei *F*, der mittelste von den sechs fiel etwas kurz vor *G*, der dritte, vierte und fünfte lagen mit regelmäfsigen Zwischenräumen zwischen dem zweiten und sechsten; der siebente lag etwa ebenso weit jenseits des sechsten, als der sechste jenseits des fünften. Das Spectrum war in der Gegend des siebenten Streifens so schwach, dafs dessen Existenz ein wenig zweifelhaft blieb. Es war nicht genug Licht daselbst vorhanden, um fernere Streifen zu sehen.

144. Der Uranit ist von sehr blättriger Structur, weshalb er sonst Uranglimmer genannt wurde. Vielleicht könnte der Leser meinen, die im letzten Paragraph beschriebenen dunklen Streifen wären Interferenzstreifen, die ich mit Ab-

sorptionsstreifen verwechselt hätte; sie wären von der Natur der Newton'schen Ringe oder noch genauer denen der vom Baron **Wrede** in einem Versuch gesehenen ähnlich. Es könnte, wird man vielleicht sagen, durch eine parallel der Vorderfläche vorhandene Spalte eine dünne Platte abgesondert worden seyn, und die Interferenz der respective an der Ober- und Unterfläche dieser Platte reflectirten Lichtbündel hätte dann die beobachteten Streifen erzeugt. Allein mannigfache Erscheinungen bei diesen Streifen sind mit einer solchen Voraussetzung unvereinbar. Nach den Kanten des Krystalls hin, wo in der That Risse da waren, wurden auch wirklich Streifen von der Natur der Wrede'schen beobachtet. Allein diese hatten ein ganz anderes Ansehen als die übrigen. Die dunklen Streifen des Interferenzsystems waren viel intensiver schwarz und schärfer begränzt als die des anderen Systems; sie waren auch sehr veränderlich, abhängig nämlich von der Dicke der Platte, durch welche sie gebildet wurden, wogegen die zum ersten System gehörenden Streifen immer dieselben waren. Ueberdiefs, entsprängen diese Streifen aus Interferenz, wäre kein Grund vorhanden, warum sie auf Eine und zwar keineswegs die hellste Gegend des Spectrums beschränkt seyn sollten. Um jedoch jeden Zweifel hinsichtlich der Natur dieser Streifen zu entfernen, löste ich ein Blättchen von dem Krystalle ab, stellte es, hinter einem Schlitz, in ein durch eine Linse verdichtetes Bündel Sonnenlicht und zerlegte das durchgegangne Licht mittelst eines Prismas. Wären die Streifen wirklich aus Absorption entsprungen, so hätten sie im durchgelassenen Lichte deutlicher seyn müssen; wären sie dagegen von der Natur der Wrede'schen gewesen, so hätten sie schwach, fast unwahrnehmbar seyn müssen. Das Spectrum des dispergirten Lichts enthielt jedoch vier dunkle Streifen, welche wohl begränzt und intensiv schwarz waren. Das ganze Spectrum jenseits des Orts des nächsten Streifens war absorbirt, und das ist der Grund, weshalb nur vier Streifen sichtbar waren.

145.

145. Die Absorptionsstreifen des grünen Uranits zeigen zwar hinsichtlich ihrer Lagen eine grofse Regelmäfsigkeit, nicht aber hinsichtlich ihrer Intensitäten. Der zweite, fünfte und sechste schienen mir deutlicher als der erste, dritte und vierte. Ich bin nicht sicher, ob diefs von Schwankungen im Absorptionsvermögen des Mediums oder von Schwankungen in der ursprünglichen Intensität des Sonnenspectrums herrühre, neige aber stark zu der ersten Ansicht.

146. Die Abstände zwischen den Absorptionsstreifen des grünen Uranits waren nahe gleich den Abständen zwischen den hellen Streifen, aus welchen das derivirte Spectrum beim gelben Uranit bestand. Nachdem ich beide Systeme gesehen hatte, konnte ich nicht umhin die Ueberzeugung zu fassen, dafs, wie unzusammenhängend auch beide Phänomene auf den ersten Blick erscheinen mögen, dennoch ein inniger Zusammenhang zwischen ihren Ursachen vorhanden ist. Je mehr ich die Uranverbindungen untersuchte, desto mehr bestärkte sich diese Ueberzeugung bei mir.

147. Der gelbe Uranit zeigt ein System von Absorptionsstreifen ähnlich dem beim grünen Uranit. Salpetersaures Uranoxyd zeigt auch ein ähnliches System. In einer Lösung habe ich sieben dieser Streifen in regelmäfsigen Zwischenräumen gesehen. Der erste Absorptionsstreif coïncidirte mit *F*, der fünfte beinahe mit *G*. Die Absorptionsstreifen sind auch zu sehen, wenn man das durch die Krystalle gegangene Licht zerlegt. Die folgende Anordnung zeigt auf einem Blick die Absorptionsstreifen und die Streifen herrührend von dem Licht, welches seine Brechbarkeit geändert hat.

148. Sonnenlicht wurde durch einen Spiegel horizontal reflectirt und durch eine grofse Linse verdichtet. Dann wurde es durch ein Gefäfs mit parallelen Wänden geleitet, welches eine mäfsig starke ammoniakalische Lösung eines Kupfersalzes enthielt. Die Stärke der Lösung und die Weglänge des Lichtes darin waren so, dafs neben dem Blau und Violett ein wenig Grün durchgehen konnte. Dann

wurde ein Krystall von salpetersaurem Uranoxyd vor einem engen Schlitz befestigt und, gegen das einfallende Licht gewandt, in das blaue Bündel gebracht, nach dem es durch die Lösung gegangen war. Das von dem Krystall durch den Schlitz ausgehende Licht wurde nun von hinten betrachtet und durch ein Prisma zerlegt. Es zeigte sich ein höchst merkwürdiges Spectrum, bestehend von einem Ende zum andern aus nichts als Streifen in regelmäfsigen Abständen. Der Abstand zwischen zwei aufeinander folgende Streifen schien vom Roth zum Violett allmälig zu wachsen, gerade wie es bei Interferenzstreifen der Fall ist. Obgleich dieser Zwischenraum sich von einem Ende des Spectrums zum andern stetig zu ändern schien, so zerfiel doch das ganze Streifensystem in zwei besondere Systeme, verschieden im Ansehen und sehr verschieden in der Natur. Der weniger brechbare Theil des Spectrums, wo ohne (*only for*) den Krystall nichts als Dunkelheit gewesen wäre, war erfüllt mit schmalen hellen Streifen, herrührend von dem Licht, welches seine Brechbarkeit geändert hatte. Diese Streifen waren viel schmäler als die dunklen Intervalle zwischen ihnen, aber sie waren nicht blofse Linien, welche Licht von bestimmter Brechbarkeit enthielten. Der stärker brechbare Theil des Spectrums war eingenommen von einem System von Absorptionsstreifen. Der Abstand zwischen dem stärkst brechbaren hellen Streifen und dem wenigst brechbaren dunklen Absorptionsstreifen schien sehr wenig gröfser als ein Streifen-Intervall, so dafs, wäre ein Streifen von jeder Art mehr da gewesen, der wenigst brechbare Absorptionsstreif dicht über dem stärkst brechbaren hellen Streifen gelegen haben würde. Mit starkem Licht glaube ich noch einen Streifen dieser Art gesehen zu haben.

149. *Pechblende.* — Diefs Mineral erwiefs sich ganz unempfindlich und zeigte nichts Merkwürdiges.

150. *Uranoxydhydrat.* — Krystallisirtes salpetersaures Uranoxyd wurde bis nahe zur Rothgluth erhitzt, wodurch das Meiste der Säure ausgetrieben werden mufste. Der Rückstand, von dunkel ziegelrother Farbe, bestand ohne

Zweifel hauptsächlich aus wasserfreiem Oxyd. Er war ganz unempfindlich. Um alles unzersetzte Nitrat zu entfernen, wurde er mit Wasser gekocht, wobei das Nitrat sich löste und das Oxyd als Hydrat zurückblieb. Diefs Hydrat, gewaschen und in der Temperatur der Luft getrocknet, war von äufserst schön gelber Farbe, und stellte vermuthlich das in den chemischen Lehrbüchern beschriebene Hydrat $U^2 O^3 + 2 HO$ dar. Es war leidlich empfindlich, für eine unorganische Substanz sogar ungemein empfindlich, obwohl viel weniger als das salpetersaure Uranoxyd, der gelbe Uranit und das Kanarienglas. Das derivirte Spectrum bestand wie zuvor aus gesonderten hellen Streifen. Eine kleine Portion des Pulvers wurde mit Wasser auf Fliefspapier gestrichen und über Feuer getrocknet. Das so auf Papier erhaltene Pulver war matter als das frühere, neigte etwas mehr ins Orange, obgleich seine Farbe nicht viel dunkler war als die des früheren Hydrats. Seiner Farbe und den Umständen seiner Bildung nach, war es wahrscheinlich das andere Hydrat $U^2 O^3 + HO$. Es zeigte sich bei Untersuchung ganz unempfindlich.

151. *Essigsaures Uranoxyd.* — Dieses Salz, bereitet durch Auflösung des gelben Oxydhydrats in Essigsäure, ist ungemein empfindlich, etwa so sehr als das salpetersaure. Das derivirte Spectrum bestand aus sechs Streifen in regelmäfsigen Abständen. Es schien mir, dafs die letzten fünf von diesen respective etwas brechbarer waren, als die letzten fünf beim salpetersauren Salz; beim essigsauren Salz war noch ein sechster Streifen im schwachen Roth sichtbar, was beim salpetersauren gewöhnlich nicht der Fall war. Jedoch bedarf diese Beobachtung noch einer Wiederholung unter günstigen Umständen.

152. Salpetersaures und essigsaures Uranoxyd, gelber Uranit und Kanarienglas sind insgesammt so empfindlich, dafs sich das primäre Spectrum aus einiger Entfernung mit einem Prisma untersuchen läfst. Bei den ersten drei Mediis sind die hellen Streifen schmal, viel schmäler als die dunk-

len Räume dazwischen. Bei dem Glase schienen sie viel breiter als bei den übrigen Substanzen zu seyn.

153. *Oxalsaures Uranoxyd.* — Dieses Salz, bereitet, nach Hrn. Peligot's Weise, durch Zusetzen einer Lösung von Oxalsäure zur Lösung des salpetersauren Urans, Waschen und Trocknen des Niederschlags, — war empfindlich, aber nur in geringem Grade. Das derivirte Spectrum ertrug indeſs eine hinlängliche prismatische Zerlegung um drei bis vier helle Streifen zu zeigen. Zur Untersuchung der Absorption des Salzes wurde etwas davon gepülvert, auf Glas mit Zusatz von Wasser ausgestrichen, und getrocknet. Die Schicht wurde dann auf verschiedene Weise untersucht. Das Salz zeigte drei sehr intensive Absorptionsstreifen in dem stark brechbaren Theil des Spectrums. Die Lage dieser Streifen fand sich durch Messung: *F* 0,31 *G*, *F* 0,58 *G*, *F* 0,85 *G*.

154. *Phosphorsaures Uranoxyd.* — Dieses, bereitet durch Fällung einer Lösung von salpetersaurem Uranoxyd mit einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron, war empfindlich, obgleich nicht in hohem Grade. Es war ein Beträchtliches empfindlicher als das Oxalat, doch glaube ich nicht so empfindlich wie das Oxydhydrat. Das derivirte Spectrum bestand wie gewöhnlich aus hellen Streifen [1]).

155. *Uransaures Kali*, bereitet durch Eintröpfeln einer Lösung von salpetersaurem Uranoxyd in eine Lösung von ätzendem Kali, einhaltend damit lange bevor das Alkali neutralisirt war. Das Salz erwies sich unempfindlich, sowohl im ursprünglichen Zustand, als Gallerte, wie auf verschiedenen Stufen der Trocknung.

156. *Uransaurer Kalk*, bereitet in ähnlicher Weise mit Kalkwasser. Dieses Salz, welches nach dem Trocknen eine schöne Orangenfarbe hatte, erwies sich, wie das vorhergehende, als unempfindlich. Es schien interessant diese beiden Salze zu untersuchen, weil das erstere zwei Elemente (Sauerstoff ungerechnet) mit dem Kanarienglase gemeinsam enthält, und das letztere zwei Elemente gemeinsam mit

1) Siehe Note *C*.

dem Uranit. Und doch sind die Salze unempfindlich, während die beiden anderen Media so merkwürdig empfindlich sind.

157. *Lösungen mittelst kohlensaurer Alkalien.* — Es ist den Chemikern bekannt, dafs Lösungen von kohlensauren Alkalien in einer Lösung von salpetersaurem Uranoxyd gelbe Niederschläge hervorbringen, die sich in einem Ueberschufs des Fällmittels wieder auflösen. Die so mit kohlensaurem Kali oder Natron erhaltene Flüssigkeit, welche ziemlich gelb ist, erwies sich ganz unempfindlich. Sie zeigte jedoch vier jener sonderbaren Absorptionsstreifen, die für die Uranoxydsalze so charakteristisch sind. Von diesen lag der dritte etwas kurz vor *G*, und dessen brechbarerer Rand coïncidirte nahe mit dieser festen Linie; der erste und zweite lagen zwischen *F* und *G*, und der Abstand des ersten jenseits *F* war etwas gröfser als das Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden Streifen. Der vierte, welcher jenseits *G* lag, war schwächer als die übrigen. Der zweite und dritte waren die deutlichsten der Reihe.

158. Die dem Uranoxyd eigenen Absorptionsstreifen liefern ein leichtes Mittel, diese Substanz in einer Lösung zu entdecken. Zu diesem Zweck sind die im vorhergehenden Paragraph erwähnten Lösungen dem Nitrat vorzuziehen, denn sie erzeugen viel stärkere Streifen, wenn nur eine geringe Menge Uran zugegen ist. Die Absorptionsstreifen des salpetersauren Urans sind übrigens, wie sich erwarten liefs, auch bei Gegenwart einer grofsen Menge von salpetersaurem Kupferoxyd sichtbar [1]).

Optische Proben auf Uran bei Löthrohr-Versuchen.

159. Wenn eine Perle von mikrokosmischen Salz mit Uranoxyd geschmolzen, und auf den höchsten Oxydationsgrad gebracht wird, so ist sie im durchgelassenen Lichte gelb. Eine solche Perle ist höchst empfindlich, eben so stark wie Kanarienglas. Wenn das Licht seitwärts auf sie einfällt, und hinter ihr ein schwarzes Tuch oder ein dunkler Gegenstand gehalten wird, so zeigt sie deutlich die aus der

1) Siehe Note *D*.

innern Dispersion entspringende grüne Farbe. Im Sonnenlicht gehörig untersucht, tritt ihre Empfindlichkeit sogleich hervor, und wenn man das dispergirte Licht durch ein Prisma untersucht, löst es sich in helle Streifen auf. Eine der bequemsten Weisen, solche kleine Gegenstände zu untersuchen, besteht darin, dafs man das Licht horizontal durch eine grofse Linse reflectirt, mittelst absorbirender Medien alle Strahlen bis auf die sehr stark brechbaren absorbirt, den Gegenstand in das verdichtete Bündel legt und durch ein Prisma betrachtet. Auf Uran angewandt ist diese Probe so empfindlich, dafs ich einst die beim Uran sich zeigende Erscheinung sah, als ich eine durch Chrom grün gefärbte und in der äufsern Flamme geschmolzene Perle untersuchte. Es ergab sich nämlich, dafs sie wirklich eine Spur von Uran enthielt.

160. Das Grün, welches das mikrokosmische Salz durch Uran in der Reductionsflamme annimmt, hat eine sehr eigenthümliche Zusammensetzung, mittelst welcher die Gegenwart des Urans sogleich entdeckt werden kann. Zu dem Ende reicht es hin, die Perle vor einem dunklen Gegenstand zu halten und das von ihr erzeugte umgekehrte Bild einer Kerzenflamme durch ein Prisma zu beschauen. Die Beobachtung ist sehr einfach und erfordert nur wenige Sekunden. Das Spectrum zeigt am rothen Ende einen isolirten Streifen, welchem ein sehr intensiv dunkler Absorptionsstreif folgt. Ein ähnlicher, obwohl nicht ganz so intensiv dunkler Streif kommt im Grün vor; jenseits des Grüns ist gewöhnlich nur wenig Licht zu sehen. Sowie die Absorption fortschreitet, verbreitet sich der erste dunkle Streif über den ganzen Raum von dem Roth bis zum Grün, und das Spectrum besteht aus einem isolirten rothen Streifen und einem in zwei getheilten grünen. In seiner Absorptionsweise hat das Medium grofse Aehnlichkeit mit dem Chlorophyll. Das Grün beim Kupfer oder beim Chrom zeigt bei Betrachtung durch ein Prisma nichts Merkwürdiges und kann nicht verwechselt werden mit dem Grün beim Uranoxydul. Bei letzterem treten die Absorptions-

streifen nicht eher vollständig hervor, als bis die Perle kalt ist.

161. Das Uran giebt dieselben Wirkungen mit Borax wie mit mikrokrosmischem Salz, doch sind sie weniger deutlich oder mindestens weniger leicht hervorzubringen.

162. Wenn das in einer Perle von mikrokosmischem Salz enthaltene Uran vollständig oxydirt ist, und man erhitzt die Perle sanft, so dafs sie eben selbst leuchtend wird, so ist das von ihr ausgesandte Licht nicht roth, wie meistens bei den schwach erhitzten Substanzen, sondern grün oder grünlich weifs.

163. Lösungen von Uranoxydul haben eine sehr merkwürdige Wirkung auf das Spectrum, die mehr oder weniger der einer durch Uran grün gefärbten Perle des mikrokosmischen Salzes ähnlich ist. Natürlich kann die Absorption weit besser bei einer Lösung als bei einer Perle beobachtet werden. Ich habe in solchen Lösungen mehre Absorptionsstreifen beobachtet, doch bisher zu wenige Fälle untersucht, als dafs ich darüber in Detail eingehen könnte. Aufserdem gehören die vom Uranoxydul hervorgebrachten Absorptionsstreifen nicht eigentlich zu meinem Gegenstand, da die Verbindungen dieses Oxyduls, so weit ich sie untersucht habe, unempfindlich sind.

Erscheinungen bei sehr empfindlichen Medien in einem Bündel, von dem die sichtbaren Strahlen fast ausgeschlossen sind.

164. Wird ein dickes (*large*) Bündel Sonnenlicht horizontal in ein dunkles Zimmer reflectirt und durch ein im Fensterladen angebrachtes absorbirendes Medium von solcher Natur geleitet, dafs es nur die schwach leuchtenden Strahlen von hoher Brechbarkeit und die unsichtbaren Strahlen durchläfst, so haben verschiedene empfindliche Media, die man in dieses Bündel bringt, ein sehr seltsames und unnatürliches Ansehen, weil sie wegen der eigenthümlichen Milde (*softness*) des dispergirten Lichtes und wegen der Abwesenheit eines starken, von den Convexitäten re-

flectirten Lichts, gleichsam selbst leuchtend erscheinen. Unter die zu diesem Versuch besonders geeigneten Substanzen gehören: ein Absud von Roſskastanienrinde oder Stechapfelsamen, eine Lösung von schwefelsaurem Chinin, ein Absud von Krapp mit einer Alaunlösung, und, vor Allem, das Kanarienglas. Das Ansehen eines gelben Uranits änderte sich bei dieser Beobachtungsweise sehr sonderbar. Im Tageslicht hatte das Mineral dieselbe Farbe, wie der Stein, worin es eingewachsen war; allein in einem Lichtbündel wie der eben erwähnte, war es stark leuchtend, während der Stein dunkel blieb.

Natürliche Krystalle.

165. Von natürlichen Krystallen habe ich bisher nur eine kleine Anzahl untersucht. Denn lange Zeit beschäftigte ich mich fast ausschlieſslich mit pflänzlichen Substanzen, da die mineralischen nichts zu versprechen schienen. Ich fand jedoch eine innere Dispersion bei gewissen Apatiten, Arragoniten, Chrysoberyllen, Cyaniten und Topasen. Bei allen diesen Krystallen schien indeſs die innere Dispersion, wie beim Fluſsspath, von einer zufällig und in kleiner Menge vorhandenen Substanz herzurühren; so daſs bis jetzt der gelbe Uranit der einzige natürliche Krystall ist, bei dessen wesentlichen Bestandtheilen die Eigenschaft der innern Dispersion angetroffen wurde.

166. Unter den eben erwähnten Mineralen war der Apatit das empfindlichste, obwohl er dem gelben Uranit weit nachstand. Daſs die Empfindlichkeit nicht vom phosphorsauren Kalk herrührte, ging deutlich daraus hervor, daſs sie einem farblosen Exemplare fehlte, und daſs sie an verschiedenen Stellen eines und desselben empfindlichen Exemplars sehr ungleich stark war. Mit Ausnahme des eben erwähnten farblosen, waren alle untersuchten Apatite von grünlicher Farbe und zugleich empfindlich. Das dispergirte Licht hatte eine Orangenfarbe, war aber nicht homogen orange. Bei einem Exemplar bestand es aus drei hellen Streifen mit regelmäſsigen Zwischenräumen. Die Art, wie bei diesem Krystall die Empfindlichkeit mit der

Brechbarkeit der einfallenden Strahlen zusammenhing, war sehr eigenthümlich. Beim Arragonit fand sich die Dispersion in den durchsichtigen Krystallen; die durchscheinenden erwiesen sich unempfindlich. Das dispergirte Licht war von bräunlich weifser Farbe. An einem und demselben Krystall waren einige Stellen unempfindlich und andere mehr oder weniger empfindlich. Die Theile von gleicher Empfindlichkeit lagen in parallelen Schichten, wie diefs schon beim Flufsspath von Sir David Brewster angegeben worden ist. Bei einem Exemplar, welches zum Zeigen der konischen Refraction zurecht geschnitten worden, lagen die Schichten an einigen Stellen winkelrecht gegen die Ebene der optischen Axen, und an anderen Stellen parallel der die Axen halbirenden Linie und neigten gegen die Axen-Ebene unter solchem Winkel, dafs die beiden Richtungen der Schichten den beiden gewöhnlichsten Seitenflächen parallel seyn mufsten. Ein anderes Exemplar zeigte Schichten parallel einer schiefen Endfläche. Die Schichten entspringen offenbar, wie schon Sir David Brewster beim Flufsspath bemerkt hat, von einer bei der Krystallisation aufgenommenen Substanz. Daher liefern sie gleichsam eine Geschichte des Wachsthums der Krystalle. Bei einem Zwillingskrystall von Flufsspath zeigten die Schichten durch ihre Richtung in demjenigen Theil der Masse, welcher den geometrischen Formen beider Krystalle gemein war, zu welch einem der Krystalle sie wirklich gehörten. Im Flufsspath, wenigstens in den von mir untersuchten Exemplaren, sind die Schichten parallel den Seiten des Würfels, und dasselbe hat Sir David Brewster beobachtet.

Im Chrysoberyll, Cyanit und Topas war das dispergirte Licht roth oder röthlich, und so veränderlich, dafs es sich nicht den wesentlichen Bestandtheilen der Krystalle zuschreiben liefs. In diesen Fällen war die Empfindlichkeit nur schwach; beim Cyanit zeigte sich in der That nur eine Spur von Dispersion, wenn er in sehr concentrirtem Lichte untersucht ward.

Gefärbte Gläser.

167. Aufser dem Kanarienglase habe ich die gewöhnlichen farbigen Gläser, sowie auch das Goldglas, untersucht, aber darunter nur ein einziges gefunden, bei welchem die Empfindlichkeit einen Zusammenhang mit dem Farbstoff zu haben schien. Die blässeren Gläser schienen eine schwache innere Dispersion zu haben, weil die Farbe nicht intensiv genug war, um die Dispersion, welche ein gemeines farbloses Glas gezeigt haben würde, zu verstecken.

168. Eine Ausnahme machte das blafsbraune Glas, dessen schon bei meinem ersten Versuch erwähnt wurde. Diefs Glas dispergirte unter dem Einflusse stark brechbarer Strahlen ein rothes Licht. Die Farbe des Lichts war kein reines prismatisches Roth, sondern das Roth waltete blofs vor. Eine ähnliche, anscheinend aus derselben Ursache entspringende Dispersion beobachtete ich an den gemeinen röthlich braunen deutschen Weinflaschen. Die Empfindlichkeit dieser Gläser schien von einem Schwefelkali herzurühren. Eine eigends damit gefärbte Perle zeigte in der That eine Dispersion von rothem Licht wie jene Gläser. Ueberdiefs wurden in den verworrenen Massen, die man durch Schmelzen von schwefelsaurem Natron oder Kali auf Kohle vor dem Löthrohr erhält, gewisse Portionen gefunden, die ein rothes Licht dispergirten, und zwar für eine unorganische Substanz ziemlich reichlich. Eine ähnliche Dispersion wurde bei den Producten der Zusammenschmelzung von Schwefel und kohlensaurem Kali erhalten, während andere Theile der verworrenen Masse eine Dispersion anderer Art zeigten. Es ist wohl klar, dafs unter den Verbindungen des Schwefels mit den Alkalien empfindliche vorkommen, doch welche, habe ich nicht untersucht.

Vorsichtsmafsregeln, um wahre von falscher innerer Dispersion zu unterscheiden.

169. In dem früheren Theile dieser Abhandlung wurden gewisse Proben angegeben, um wahre und falsche

innere Dispersion in einer Flüssigkeit zu unterscheiden. Allein sie erfordern einige Uebung in derlei Beobachtungen, um leicht unterscheiden zu können, und ein zu strenges Festhalten an einer dieser Proben, bei Ausschliefsung der übrigen, könnte zu Irrthümern führen.

Die erste Probe beruht auf dem continuirlichen Aussehen eines wahrhaft dispergirten Bündels. Zuweilen aber giebt es starre Theilchen von solcher Feinheit und Menge in mechanischer Schwebe, dafs diese Probe allein den Beobachter verleiten könnte ein falsch, für ein wahrhaft dispergirtes Bündel zu nehmen. Wenn andrerseits eine Flüssigkeit, die an sich keine wahre oder falsche innere Dispersion zeigt, starre Theilchen in offenbar blofs mechanischer Schwebe enthält, so dürfen wir daraus nicht ohne Weiteres schliefsen, dafs sie, als Ganzes genommen, unfähig sey, die Brechbarkeit irgend einer auf sie einfallenden Lichtportion zu verändern. Denn wir haben gesehen, dafs der flüssige Zustand keineswegs wesentlich zum Auftreten der Empfindlichkeit ist, und deshalb kann eine Flüssigkeit, so gut wie jedes andere Mittel, als Träger einer empfindlichen Substanz dienen.

170. So ist das Lycopodium sehr empfindlich, wie sich ergiebt, wenn man dasselbe in einem Linearspectrum untersucht. Demgemäfs fand ich auch, dafs wenn man etwas Lycopodium in Wasser einrührt, und das Gemenge nach der vierten Methode untersucht, es sich empfindlich erweist, obwohl das in seiner Brechbarkeit veränderte Lichtbündel offenbar discontinuirlich war. Als Indisches Gelb (*Indian yellow*) statt des Lycopodium genommen ward, zeigte sich das Gemenge, bei Untersuchung nach der vierten Methode, empfindlich. Hiebei waren die schwebenden Theilchen so zart, dafs das Lichtbündel, welches seine Brechbarkeit verändert hatte, continuirlich erschien, obwohl natürlich dasselbe in Wirklichkeit es nicht war. Beim Beobachten trüber Flüssigkeiten, wie diese, ist es fast nothwendig, absorbirende Media anzuwenden, weil sonst die Wirkung des an den Oberflächen der Prismen

und der grofsen Linse zerstreuten Lichts den Beobachter zu ganz falschen Schlüssen verleiten könnte.

171. Die nächste Probe beruht auf der Polarisation des falsch dispergirten Bündels. Als ich einst die Wirkungen von Säuren und Alkalien auf eine schwache Lösung von empfindlicher Substanz untersuchte und dabei Sonnenlicht anwandte, welches blofs durch eine kleine Linse hin reflectirt worden war, traf ich ein Bündel an, welches ganz wie ein falsch dispergirtes aussah, welches sich aber, als ich es von oben durch ein doppeltbrechendes Prisma beschaute, zu meinem Erstaunen als unpolarisirt erwies. Es fiel mir bald ein, dafs dieses Bündel nicht von starren Staubtheilchen, sondern von ungemein kleinen Bläschen vom kohlensauren Gase herrühren müfste, die sich auf diese Weise verriethen, obwohl sie zu klein waren, um direct gesehen zu werden. Da das Licht bei einem Winkel von etwa 45°, also nur sehr wenig unterhalb des der totalen Reflexion, auf die Bläschen einfiel, so mufste das reflectirte Licht fast ganz unpolarisirt seyn [1]).

172. Wasser, welches blofs in einem Reagenzglase gekocht worden, gab ein ähnliches Resultat. Das unpolarisirte Bündel von falsch dispergirtem Lichte rührte in diesem Fall von der in Lösung gewesenen Luft her. Diefs zeigt, warum ein lang anhaltendes Sieden nothwendig ist, um Wasser von Luft zu befreien. Nicht, dafs die Verwandtschaft des Wassers zur Luft so grofs wäre, um nur langsam überwunden zu werden, sondern weil die, bei hinreichend gesteigerter Temperatur sogleich aus der Lösung getriebene Luft noch als ungemein kleine Bäschen, deren Endgeschwindigkeit unmerklich ist, im Zustande mechanischer Beimischung erhalten wird. Demgemäfs steigt die Luft nicht eher zur Oberfläche, um daselbst zu entweichen, als bis sich durch das zufällige Zusammentreffen dieser Bläschen gröfsere Blasen gebildet haben.

173. Was die von der Brechbarkeitsveränderung abhängige Probe auf wahre Dispersion betrifft, so ist schon

1) Siehe Note *E*.

bemerkt worden, dafs diese Veränderung in einigen Fällen so gering ist, dafs man bei alleiniger Anwendung dieser Probe leicht die wahre mit der falschen Dispersion verwechseln kann. Zwar sind die Fälle, wo man Gefahr läuft, in dieser Weise getäuscht zu werden, nur selten; allein andererseits kann man beim Beobachten einer trüben Flüssigkeit oder eines durchscheinenden Körpers nach der vierten Methode, wenn man nicht auf seiner Hut ist, leicht durch die Wirkung des zerstreuten (*scattered*) Lichtes irregeleitet werden, und fälschlich falsche Dispersion für wahre nehmen. Gesetzt das Medium wäre Wasser, welches Theilchen einer unempfindlichen Wasserfarbe schwebend enthielte, und die kleine Linse wäre etwas hinter dem Anfange des Violetts aufgestellt. Es würden zwei Lichtbündel in die Linse treten, ein regelmäfsig gebrochenes Bündel von violettem, und ein zerstreutes (*scattered*) von weifsem Lichte. Von diesem würde das letztere, verglichen mit dem ersten, unbedeutend seyn, wäre nicht die Leuchtkraft der zur Mitte des Spectrums gehörigen Farben so sehr viel gröfser als die des Violetts. Analysirte man das dispergirte Bündel durch ein Prisma, so wurde es zerlegt in ein violettes Bündel von bestimmter Brechbarkeit, einen darauf folgenden dunklen Zwischenraum und einen breiten Streifen, welcher die Farben des helleren Theils vom Spectrum in ihrer natürlichen Ordnung enthielt. Diefs wird auch bei der wahren Dispersion beständig gesehen; allein die Polarisation des Bündels und sein Verhalten gegen absorbirende Media würde den betrügerischen Charakter der Dispersion aufdecken.

Von den Farben der natürlichen Körper.

174. Mit diesem Ausdruck meine ich nur diejenigen Farben zu umfassen, auf welche er gewöhnlich angewandt wird, nämlich die der Blätter, Blumen, Pigmente, gefärbte Gegenstände u. s. w., als die grofse Masse der Farben, die in unsere Betrachtung fallen. Dagegen schliefse ich aus die Farben der Refraction (wie die des Regenbogens)

die der Diffraction (wie die der Höfe um Sonne und Mond), die der Interferenz (wie die an den klaren Flügeln kleiner Fliegen wahrzunehmenden) und die die spiegelnde Reflexion begleitenden Farben, welche gewöhnlich nur schwach, zuweilen aber ziemlich intensiv sind.

In einigen wenigen Fällen, z. B. beim Flufsspath, bei verschiedenen Uranoxydsalzen, sauren Lösungen von saurem schwefelsaurem Chinin u. s. w., werden Farben beobachtet, welche durch ihre Stärke Aufmerksamkeit erregen, und einen merkwürdigen, bisher unvermutheten Ursprung haben. Ich spreche jetzt nicht von den Farben, die durch eine Brechbarkeitsveränderung des einfallenden Lichts entstehen. In den allermeisten Fällen sind diese Farben zu schwach, um einen merklichen Theil der ganzen Farbe, die man wahrnimmt, auszumachen. Die Farben, welche gefärbte Gegenstände unter dem Einflufs sehr brechbarer Strahlen aussenden, kommen mehr oder weniger meistens mit denen überein, welchen sie für gewöhnlich zeigen, und möglicherweise kann die aus der Brechbarkeit entstehende Farbe ein wenig zu der Lebhaftigkeit der beobachteten Farbe beitragen. Wenn der Effect indefs auch merklich ist, bin ich doch überzeugt, ist er nur schwach; und sehr lebhafte Farben können ohne Brechbarkeitsänderung entstehen, wie beim Quecksilberjodid. Für jetzt werde ich das Licht vernachlässigen, welches seine Brechbarkeit verändert haben mag.

175. Wenige, glaube ich, werden jetzt noch grofsen Werth legen auf Newton's kühner Herleitung der natürlichen Körperfarben von der Reflexion des Lichts an dünnen Platten. Sir David Brewster hat gezeigt, wie aufserordentlich verschieden die prismatische Zusammensetzung des Grün der Pflanzenwelt von dem ist, was sie nach Newton's Theorie seyn müfste. Gegenwärtig wird angenommen, die verschiedenen Farben natürlicher Körper seyen nur besondere Fälle von einem allgemeinen Phänomen, nämlich der Absorption. Am besten wird die Absorption an einem klaren, flüssigen oder starren, Körper

studirt, allein sie existirt nicht weniger bei einem Körper von unregelmäſsiger Structur, z. B. bei gefärbtem Tuche oder einem farbigen Pulver.

Der grüne Farbstoff der Blätter liefert ein vortreffliches Beispiel von der Identität des von natürlichen Körpern auf das Licht ausgeübten Effects und der Absorption; denn dasselbe eigenthümliche System von Absorptionsstreifen, welches eine klare Lösung des Farbstoffs zeigt, kann man direct im Blatte selbst beobachten. Doch ist es wohl nutzlos, Gründe zur Stütze einer Theorie beizubringen, die gegenwärtig glaube ich allgemein anerkannt wird. Mein Zweck ist nur, die Weise zu bezeichnen, in welcher die von Körpern reflectirten oder vielmehr nach auſsen zerstreuten Farben von dem Absorptionsvermögen des Farbstoffs abhängen, um dadurch die im §. 142 aus den daselbst beschriebenen Beobachtungen gezogenen Schlüsse zu rechtfertigen.

176. Es falle weiſses Licht auf einen Körper von unregelmäſsigem Gefüge im Innern, z. B. auf farbiges Pulver. Ein Theil wird an der ersten unregelmäſsigen Oberfläche reflectirt werden, allein das Meiste wird theils in die Theilchen, theils zwischen dieselben eindringen, und weiter gehen. Bei diesem Fortgang wird das Licht an den Oberflächen der Theilchen in unregelmäſsiger Weise reflectirt, und bei dem Durchgang durch dieselben zum Theil absorbirt. Der Einfachheit wegen, möge das Licht senkrecht auf die allgemeine Oberfläche einfallen, und alles dasjenige, was mehr als einmal reflectirt wird, vernachlässigt werden. Sey t die Dicke einer vom Licht durchdrungenen Schicht, J die Intensität des Lichts, oder vielmehr einer gegebenen Art desselben in dieser Tiefe, so daſs die ganze Intensität durch $\int J d\mu$ bezeichnet werden kann, wenn μ der Brechungsindex für eine Normalsubstanz ist. Beim Durchgang durch die Schicht von der Dicke dt sey $q\,dt$ der absorbirte und $r\,dt$ der reflectirte und nach allen Richtungen zerstreute Theil des Lichts; dann ist

$$dJ = -(q+r)J\,dt.$$

Integrirt man diese Gleichung und nimmt J_0 als Anfangswerth von J, für $t=0$, so kommt

$$J = J_0 e^{-(q+r)t} \qquad (a)$$

Der Einfachheit wegen sey angenommen, man sehe senkrecht auf die allgemeine Oberfläche, und es gelange von dem reflectirten und beim Durchgang durch die Schicht von der Dicke dt zerstreuten Licht der Bruchtheil n ins Auge, wenn nichts durch Absorption etc. verloren ginge. Dann würde die Intensität des aus der Schicht kommenden Lichts seyn $nrJdt$. Allein beim Rückgang durch die Schicht von der Dicke t wird die Intensität in dem Verhältnifs J_0 zu J verringert. Wenn also J' die Intensität des wirklich in das Auge gelangenden Lichtes ist, wird

$$dJ' = nrJ_0^{-1}J^2 dt = nrJ_0 e^{-2(q+r)t} dt.$$

Nehmen wir den Körper als von hinreichender Dicke an, um alle Farbe zu entwickeln, die er zu geben vermag, so wird die obere Gränze von t gleich ∞ und wir haben

$$J' = \frac{nr}{2(q+r)} J_0 \qquad (b)$$

177. Da die die gewöhnliche Reflexion begleitende Farbe meist nur schwach ist, so werde ich die chromatischen Veränderungen von r vernachläfsigen. Dagegen unterliegt q sehr ausgedehnten und anscheinend eigensinnigen Veränderungen, die von der Brechbarkeit des Lichtes abhängen. Man denke sich zwei Curven gezogen, deren Abscissen proportional μ sind, und deren Ordinaten bei der ersten dem Verhältnifs J zu J_0, und bei der zweiten dem Verhältnifs J' zu J_0 proportional sind. Diese Curven dienen zur Veranschaulichung der Zusammensetzung des Lichts, welches von einer Schicht des Körpers, die die Dicke t besitzt, durchgelassen wird, und desjenigen, welches der Körper, in Masse gesehen, reflectirt. Es ist klar, dafs die Maximum- und Minimum-Ordinaten in den beiden Curven zur selben Abscisse gehören; allein sobald nicht die Dicke t sehr klein ist, so klein, dafs sie unfähig ist, die Farbe des Mediums durch Transmission sehen zu lassen, werden die

die Maxima und Minima in der ersten Curve, deren Ordinaten wie $e^{-q'}$ variiren, mehr entwickelt seyn, als in der zweiten, deren Ordinaten wie $(q+r)^{-1}$ variiren. Wenn dann das Absorptionsvermögen Schwankungen unterliegt, die von der Brechbarkeit des Lichtes abhängen, so können die Absorptionsstreifen sowohl in dem zurückgeworfenen als durchgelassenen Lichte zu beobachten seyn, doch besser in dem letzteren.

178. Wenn die Natur der Substanz gegeben ist, ist es auch q. Ist nun die Substanz von lockerer Natur z. B. feines Pulver von blauem Glase, so wird r bedeutend. Folglich wird, übereinstimmend mit dem Ausdruck (b), die nach aufsen zerstreute Lichtmenge bedeutend seyn, die Farbe aber nur schwach. Benäfst man nun das Pulver, so werden die Reflexionen an den Oberflächen der Theilchen geschwächt, r wird verringert, und, wie aus (b) erhellt, nimmt die nach aufsen zerstreute Lichtmenge ab, aber zugleich wird die Farbe dunkler, weil die chromatischen Variationen von J' vergröfsert sind. Ist der Körper compact und beinahe homogen, so wird r klein seyn, und deshalb sehr wenig Licht zurückkehren, mit Ausnahme des an der Vorderfläche regelmäfsig reflectirten. Die Farbe der kleinen Lichtmenge, die anders als regelmäfsig reflectirt ist, wird etwas reiner als zuvor seyn, insofern die chromatischen Variationen von J' denen von q^{-1} gleich zu werden streben.

Von der Natur der falschen Dispersion und einigen Anwendungen derselben.

179. Wie schon bemerkt, sieht ein falsch dispergirtes Lichtbündel in einer Flüssigkeit mehr oder weniger funkelnd aus, zum Beweise, dafs es blofs an mechanisch schwebenden Stäubchen seinen Ursprung nimmt. Zuweilen jedoch ist kein Mangel an Stetigkeit wahrnehmbar. Diefs ist besonders der Fall, wenn zwei Flüssigkeiten mit einander gemischt sind, von denen die eine eine sehr geringe Menge einer Substanz enthält, von welcher sich erwarten

läfst, sie werde von der andern gefällt, oder, wenn eine etwas schleimige (*viscous*) Flüssigkeit lange Zeit gestanden hat. Wenn endlich ein Theil des falsch dispergirten Lichts ganz offenbar von Staubtheilchen herrührt, so ist diefs doch natürlich kein sicherer Beweis, dafs nicht ein Theil einen andern Ursprung habe und mit wahrer Dispersion zusammenhänge; und ebenso wenig lassen mich die theoretischen Ansichten, die ich über die Ursache der letzteren aufgestellt habe, es für ganz unmöglich halten, dafs ein in der Reflexionsebene polarisirter Strahl von gleicher Brechbarkeit mit dem einfallenden Lichte ein nothwendiger Begleiter der wahren Dispersion sey. Die Erfahrung widerspricht dem aber; denn obwohl sich neben der wahren Dispersion stets mehr oder weniger falsche zeigt, so scheint doch die Menge der ersteren in keiner Beziehung zu der der letzteren zu stehen, sondern Beziehung zu haben zu dem gröfseren oder geringeren Grade von Klarheit, welche wir geneigt sind, der Flüssigkeit zuzuschreiben.

180. Das Phänomen der falschen Dispersion scheint als chemisches Prüfmittel angewandt werden zu können, um zu entscheiden, ob eine Fällung stattgefunden habe oder nicht. Wenn man z. B. Kurkumätinktur sehr stark mit Alkohol verdünnt und darauf mit Wasser versetzt, erhält man eine Flüssigkeit, die vollkommen klar zu seyn scheint, und keine merkliche Opalescenz zeigt; allein die reichliche falsche Dispersion, welche die Flüssigkeit bei Untersuchung im Sonnenlicht zeigt, verräth sogleich das Daseyn schwebender Theilchen, obwohl dieselben zu klein sind, um einzeln gesehen zu werden, oder selbst um dem falsch dispergirten Bündel ein discontinuirliches Ansehen zu geben. Wenn auch eine solche Fällung, glaube ich, nicht als Mittel zur mechanischen Trennung angewandt werden kann, so möchte sie doch nützlich seyn, um die Möglichkeit einer wirklichen Scheidung unter verschiedenen Umständen, z. B., was Concentration der Lösungen betrifft etc., nachzuweisen.

181. Eins der besten, mir vorgekommenen, Beispiele

von falscher Dispersion, dem besten in sofern als es eine höchst täuschende Nachahmung von wahrer Dispersion darstellt, traf ich bei einem Tafelglase, welches, wie ich erfuhr, mit einer eben hinreichenden Menge Alkali bereitet worden war. Dieses Glas, welches sehr schwach gelbbraun war, wenn man längs den Kanten hindurch sah, hatte bei geradem Hindurchsehen ein bläuliches Ansehen, sehr ähnlich dem eines Absudes von Rofskastanienrinde, welches so weit mit Wasser verdünnt worden ist, dafs sich das dispergirte Licht nicht mehr auf die Nachbarschaft der Oberfläche beschränkt. Als aber das Glas im Sonnenlicht untersucht ward, zeigte die Polarisation des dispergirten Bündels und die Identität seiner Brechbarkeit mit der des einfallenden Lichts, dafs es blofs ein Fall von falscher Dispersion war. Ein anderes sehr gutes Beispiel von falscher Dispersion liefert das Zinnchlorid, aufgelöst in einer sehr grofsen Menge gemeinen Wassers.

182. Wenn ein horizontales Bündel von falsch dispergirtem Licht von oben herab in lothrechter Richtung betrachtet und zerlegt wird, zeigt es sich hauptsächlich aus in der Reflexionsebene polarisirtem Lichte bestehend. Es ist mir bei diesen Beobachtungen oft aufgefallen, dafs, wenn das Bündel ein continuirliches Ansehen hatte, die Polarisation weit vollkommener war, als wenn es so funkelnd aussah, dafs man es sogleich für blofs an Staubtheilchen entstanden halten mufste. In der That schien die Polarisation im ersteren Fall oft vollkommen oder fast vollkommen. Möglich, dafs diefs zum Theil davon herrührt, dafs, wenn eine gegebene Lichtmenge in einem gegebenen Verhältnisse verringert ist, die Beleuchtung schwieriger wahrgenommen wird, wenn das Licht gleichförmig ausgebreitet ist, als wenn es auf demselben Raum in Flecke zusammengezogen erscheint. Sey dem aber wie ihm wolle, so zeigte sich doch wenigstens keine Tendenz zu einer Polarisation winkelrecht gegen die Reflexionsebene, wenn die schwebenden Theilchen feiner wurden und also das Bündel ein mehr continuirliches Ansehen bekam.

19 *

183. Nun scheint mir diefs Resultat einen nicht entfernten Zusammenhang mit der Frage über die Richtung der Schwingungen im polarisirten Licht zu haben. So lange die Theilchen grofs sind, verglichen mit den Lichtwellen, geschieht die Reflexion wie an der Oberfläche eines grofsen, in die Flüssigkeit getauchten Körpers, und es läfst sich nach keiner Seite hin ein Schlufs ziehen. Wenn aber der Durchmesser der Theilchen klein ist im Vergleich zur Länge einer Lichtwelle, leuchtet ein, dafs die Schwingungen im reflectirten Strahl nicht winkelrecht gegen die im einfallenden seyn können. Gesetzt, dafs bei den eben beobachteten Bündeln die schwebenden Theilchen klein waren im Vergleich zur Länge einer Lichtwelle. Die Beobachtung zeigte, dafs der reflectirte Strahl polarisirt war. Nun sind alle Erscheinungen bei einem plan-polarisirten Strahl symmetrisch in Bezug auf die Polarisationsebene. Folglich haben wir für die Richtung der Schwingungen im reflectirten Strahl unter zwei Richtungen zu wählen, der des einfallenden Strahls und einer zugleich auf dem einfallenden und dem reflectirten Strahl winkelrechten Richtung. Die erstere würde nothwendig winkelrecht gegen die Schwingungsrichtung im einfallenden Strahl seyn, und deshalb sind wir genöthigt, die letztere zu wählen, also anzunehmen, dafs die Schwingungen des plan-polarisirten Lichts winkelrecht gegen die Polarisationsebene geschehen, da die Erfahrung zeigt, dafs die Polarisationsebene des reflectirten Strahls in der Reflexionsebene liegt. Zerlegen wir, dieser Theorie gemäfs, die Schwingungen des einfallenden Strahls in horizontale und verticale, so werden diese Theile den beiden, respective in und winkelrecht auf der Reflexionsebene polarisirten Strahlen entsprechen, in welche man sich den einfallenden Strahl zerlegt denken kann, und von diesen ist der erstere allein im Stande einen reflectirten Strahl, d. h. natürlich einen vertical aufwärts reflectirten, zu liefern. Und in der That zeigt die Beobachtung, dafs es, um das dispergirte Bündel zu vernichten, hinreichend

ist, statt das reflectirte Licht zu zerlegen, das einfallende Licht winkelrecht gegen die Reflexionsebene zu polarisiren.

Nun ist es bei mehren der beobachteten Bündel wahrscheinlich, dafs viele der Theilchen wirklich klein waren im Vergleich zur Länge einer Lichtwelle. Jedenfalls konnten sie schwerlich ermangeln so klein zu seyn, dafs sie in der Polarisation eine Tendenz zu dem erzeugten, was sie an der Gränze werden würde. Allein es wurde an der Polarisation keine Neigung zur Rechtwinklichkeit gegen die Reflexionsebene beobachtet. Im Gegentheil schien eine Tendenz zu einer vollkommneren Polarisation in der Reflexionsebene vorhanden zu seyn.

Durch ein gleiches Räsonnement ist Hr. Babinet im Bezug auf die Schwingungsrichtung im polarisirten Licht zu einem entgegengesetzten Schlufs gelangt, sich stützend auf einen Versuch des Hrn. Arago, in welchem es schien, dafs, wenn Licht lothrecht auf die Oberfläche von weifsem Papier einfiel und man das reflectirte oder vielmehr zerstreute Licht in einer die Oberfläche fast streifenden Richtung betrachtete, dasselbe sich theilweise in der Ebene des Papiers polarisirt erwies [1]). Allein die Wirkungen, welche stattfinden, wenn Licht auf die breite unregelmäfsige Oberfläche eines Körpers, wie Papier, einfällt, der so durchscheinend ist, dafs ein grofser Theil des Lichts eintreten und wieder herauskommen mufs, scheinen mir zu verwickelt zu seyn, um einen Schlufs auf die Schwingungsrichtung zu erlauben. Aufserdem gestattet das Resultat eine leichte Erklärung, wenn man es dem in das Papier eingedrungenen und wieder herausgetretenen, wahrscheinlich durch Brechung polarisirtem Lichte zuschreibt.

Wirkung der Wärme auf die Empfindlichkeit des Glases etc.

184. Die Empfindlichkeit des Glases wird temporär durch Wärme zerstört. Man kann das Glas erhitzen, indem man es in die Flamme einer Weingeistlampe hält, da eine

1) *Compt. rend. T. XXIX. p.* 514.

Hitze dicht unter der Rothgluth hinreichend ist. Diefs gilt selbst von dem mit Uranoxyd gefärbten Glase, welches insgemein höchst empfindlich ist. So wie das Glas erkaltet, stellt sich die Empfindlichkeit wieder ein. Eine Perle von mikrokosmischen Salze, die Uran im Zustande höchster Oxydation enthält, ist kalt sehr empfindlich, heifs aber unempfindlich. Die Empfindlichkeit kehrt allmälig wieder, so wie die Perle erkaltet. Eine Lösung von salpetersaurem Uranoxyd verliert beim Erwärmen an Empfindlichkeit, sehr viel wenn die Temperatur den Siedpunkt erreicht. Die empfindlichen, ihrer Natur nach noch fraglichen Verbindungen, welche man durch Schmelzen von schwefelsaurem Natron und Kali auf Kohle vor dem Löthrohre erhält, sind, heifs, unempfindlich. Die wenigen pflänzlichen Lösungen, welche ich in dieser Beziehung untersuchte, schienen ihre Empfindlichkeit beim Erwärmen nicht zu verändern.

Wirkung von Concentrirung und Verdünnung.

185. Um die von einer aufgelösten empfindlichen Substanz hervorgebrachte Brechbarkeitsveränderung zu untersuchen, ist es immer gut, die Lösung verdünnt zu nehmen. Diefs ist jedoch keineswegs eine blofse Sache der Convenienz, denn die Lichtmenge, welche das Medium mit geänderter Brechbarkeit zurückzusenden vermag, wird oft durch Erhöhung der Concentration der Lösung bedeutend verringert. Eine Lösung, welche im concentrirten Zustand keine merkliche dispersive Reflexion zeigt, entfaltet sie oft in sehr reichlichem Maafse, wenn sie verdünnt wird. Andererseits kann auch natürlich die Verdünnung so weit getrieben werden, dafs die eigenthümlichen Eigenschaften der gelösten Substanz unwahrnehmbar werden. Indefs ist es wunderbar, welch einen Grad von Verdünnung die Lösung einer sehr empfindlichen Substanz erträgt, bevor die Empfindlichkeit aufhört wahrnehmbar zu seyn.

Dafs bei hinlänglich weit getriebener Verdünnung die Empfindlichkeit abnehmen und zuletzt ganz aufhören werde, wäre wohl mit Zuverlässigkeit vorauszusehen. In solchen

Fällen geht das Licht ganz durch die Flüssigkeit lange ehe es alle die Wirkung ausgeübt hat, die es hervorzubringen vermag. Dafs aber Concentration ein Hindernifs für das Auftreten des Phänomens sey, würde man vielleicht nicht erwartet haben, und verdient eine aufmerksame Betrachtung.

186. Denken wir uns eine gegebene empfindliche Substanz in Lösung, enthalten in einem Gefäfs, welches dem Auge eine ebene Seite zuwende und in Richtung des Sehens beliebig breit sey: auch möge das Lösemittel oder wenigstens die zur Verdünnung der Lösung angewandte Flüssigkeit an sich farblos und unempfindlich seyn. Gesetzt die Flüssigkeit werde beleuchtet durch Licht von gegebener Intensität und gegebener Brechbarkeit, welches durch die dem Auge zugewandte Seite eintritt, und das Auge *E* sehe aus einer gegebenen Stellung auf einen gegebenen Punkt *P* in der näheren Oberfläche des Gefäfses. Kurz, es sey Alles gegeben bis auf die Concentration der Flüssigkeit. Der Einfachheit halber betrachte man das Auge *E* als einen Punkt, und mache diesen zum Scheitel einer unendlich dünnen Kegelfläche, welche die Linie *EP* umgebe. Diese Kegelfläche heifse *C*, und sey *c* die Fläche in der Flüssigkeit erzeugt durch gerade Linien, die mit den gebrochenen Strahlen zusammenfallen, welche entstehen würden aus den einfallenden Strahlen, die mit den die Fläche *C* erzeugenden Linien zusammenfallen. Diese letztere Fläche können wir, wenn wir wollen, als cylindrisch betrachten, weil wir es nur mit so viel der in ihr enthaltenen Flüssigkeit zu thun haben, als in einem Abstande von *P* liegt, der geringer ist als der, in welchem das in das Auge eintretende Licht vermöge der inneren Dispersion aufhört merklich zu seyn; und in den Fällen, auf welche die gegenwärtige Untersuchung angewandt werden soll, ist dieser Abstand nur klein im Vergleich zu *PE*. Es sey die Flüssigkeit innerhalb *c* getheilt in elementare Portionen durch Ebenen parallel der Oberfläche der Flüssigkeit bei *P*, und in Abständen von *P* proportional der Concentration der Lösung. Offenbar wird ein Element von

gegebenem Range, gerechnet von *P*, eine constante Anzahl empfindlicher Molecüle enthalten, und das einfallende Licht hat, um dieses Element zu erreichen, eine solche Dicke von dem Medium zu durchwandern, dafs eine Platte von gleicher Dicke und gegebenem Areal eine gegebene Anzahl empfindlicher oder absorbirender Molecüle enthält. Dasselbe gilt von dem dispergirten Licht, welches von dem Elemente ausgeht und in das Auge gelangt. Nun scheint die Annahme natürlich, dafs, wenn die Concentration einer Lösung verdoppelt, verdreifacht u. s. w. oder auf die Hälfte, ein Drittel u. s. w. zurückgeführt wird, die absorbirte Lichtmenge dieselbe sey, sobald nur die Länge der Bahn des Lichts auf die Hälfte, ein Drittel u. s. w. zurückgeführt, oder verdoppelt, verdreifacht u. s. w. wird. Diefs läuft auf dasselbe hinaus wie wenn man annimmt, jedes absorbirende Molecül fange von dem es durchdringenden Lichte einen gleichen Bruchtheil auf, möge auch die Flüssigkeit mehr oder weniger verdünnt seyn. Aehnlicherweise wären wir zu der Annahme geneigt, dafs jedes Molecül, bei Influencirung durch Licht von gegebener Intensität, eine gleiche Lichtmenge ausgebe, es möge nun einer concentrirteren oder schwächeren Lösung angehören. Lassen wir diese Annahmen zu, so ist klar, dafs die dispergirte Lichtmenge, welche von dem in Betracht genommenen Elemente aus in das Auge gelangt, unabhängig seyn wird von der Concentration der Lösung. Ist diefs für ein Element im Einzelnen richtig, so gilt es auch von der vereinten Wirkung aller, und deshalb wird die von der dispersiven Reflexion entwickelte Lichtmenge unabhängig seyn von der Concentration der Lösung. Man sieht leicht, dafs das Resultat nicht geändert wird, wenn man die endliche Gröfse der Pupille in Rechnung nimmt.

187. Diefs ist nun aber keineswegs in der Erfahrung richtig. Als ich eine sehr concentrirte Lösung von schwefelsaurem Chinin in einem reinen Spectrum untersuchte, beobachtete ich eine reichliche Dispersion, die etwas unter der festen Linie *G* anfing, und bis *H* und darüber hinaus

sehr stark blieb. In der verdünnten Lösung aber, deren zuerst in dieser Abhandlung erwähnt wurde, schien, wie man sich erinnern wird, die Dispersion bei etwa $G\frac{1}{2}H$ zu beginnen. Der Grund, oder wenigstens ein Grund hiervon ist einleuchtend, und zeigte sich niedlich durch die Gestalt des Raums, auf welchen das dispergirte Licht beschränkt war. Sah man von oben herab, sah man also diesen Raum in Projection, so schien er bei der verdünnten Lösung annähernd die Gestalt des Raumes zu haben, welcher zwischen dem einen Zweige einer rechtwinklichen Hyperbel, ihrer einen Asymptote und einer der anderen Asymptote parallelen Linien enthalten ist, wobei die erste Asymptote die Projection der Vorderfläche ist, und die der anderen parallele Linie der Lauf der wenigst brechbaren von den thätigen Strahlen, welche eine merkliche Menge dispergirten Lichts zu erzeugen im Stande sind. Der erleuchtete Raum, welcher unter den stärkst brechbaren Strahlen eine fast unmerkliche Breite hatte, wurde immer breiter, bis er zuletzt als ein blauer Balken (*beam*) quer durch das Gefäfs ging. Allein bei der concentrirten Flüssigkeit hatte der erleuchtete Raum durchweg eine fast unmerkliche Breite, ausgenommen dicht an seiner unteren Gränze, d. h. der den wenigst brechbaren Strahlen entsprechenden Gränze, wo er in einer Art von Schweif oder plan-concaven Keil endete, welcher bis zu einem mäfsigen Abstand in die Flüssigkeit eindrang. Diefs ist ein Grund, obwohl vielleicht nicht der einzige, weshalb die concentrirte Flüssigkeit von G bis $G\frac{1}{2}H$ eine reichliche Dispersion zeigte, während die verdünnte Flüssigkeit daselbst kaum eine erkennen liefs. Allein in der Gegend der unsichtbaren Strahlen jenseits des Violetts war die Dispersion offenbar in der verdünnten Flüssigkeit reichlicher als in der concentrirten. Es scheint demnach, dafs in solch einem Falle die empfindlichen Molecüle nicht unabhängig von einander wirken, sondern dafs die von einer gegebenen Anzahl von Molecülen ausgesandte Lichtmenge, im Verhältnifs zu dem verbrauchten (sichtbaren oder unsichtbaren) Licht geringer

ist, als bei einer verdünnteren Lösung. Wir dürfen *a priori* erwarten, dafs, wenn eine Flüssigkeit schon mäfsig verdünnt ist, eine weitere Verdünnung derselben keinen Unterschied in dieser Beziehung hervorbringt. Diefs scheint sehr gut mit der Erfahrung übereinzustimmen. Denn wenn zwei Flüssigkeiten, eine mäfsig verdünnte und eine viel stärker verdünnte, in Bezug auf die dispergirte Lichtmenge, welche sie in einem gegebenen Theil des einfallenden Spectrums aussenden, mit einander vergleicht, so scheinen sie gleich zu seyn. Ich setze dabei voraus, man mache den Vergleich bei einem solchen Theil des einfallenden Spectrums oder mit Lösungen von solcher Concentration, dafs das dispergirte Licht auf einen Raum beschränkt ist, der sich nicht weit in die Lösungen hinein erstreckt. Unter diesen Umständen ist der Vergleich leicht gemacht.

188. Beim wirklichen Versuch treten Elementarportionen des Lichts aus Elementarportionen der Flüssigkeit, die in verschiedenen Abständen von der Vorderfläche liegen, zusammen ins Auge. Gehen wir indefs den Folgerungen aus der sehr natürlichen Annahme nach, dafs die beim Durchgang durch eine gegebene Flüssigkeitsschicht absorbirte Lichtmenge, so gut wie die durch Dispersion ausgesandte Lichtmenge, *caeteris paribus* proportional sey der Intensität des einfallenden Lichts. Das einfallende Licht sey hierbei als homogen angenommen, und gehöre entweder zum sichtbaren oder unsichtbaren Theil des Spectrums. Beim Durchgang durch die Elementarschicht von der Dicke dt werde der Bruchtheil $q\,dt$ vom einfallenden Lichte absorbirt und der Bruchtheil $r\,dt$ dispergirt, in solcher Richtung, dafs er das Auge erreiche; und von der letzten Portion werde, beim Durchgang durch die Schicht von der Dicke dt, der Bruchtheil $s\,dt$ absorbirt, wo s, wegen der Brechbarkeitsveränderung, von q verschieden ist. Durch eine sehr einfache Rechnung, ähnlich der in §. 176, findet man dann für die Intensität J' des in das Auge gelangenden dispergirten Lichts

$$J' = \frac{r}{q+s} = J_0$$

wo J_0 die Intensität des einfallenden Lichts. Da eine empfindliche Flüssigkeit im Allgemeinen farblos und das dispergirte Licht im Allgemeinen heterogen ist, so wird s im Allgemeinen verschieden seyn für die verschiedenen Portionen, in welche das dispergirte Licht durch ein Prisma zerlegt werden würde. Wenn indefs eine Flüssigkeit farblos, oder nahezu farblos ist, wie es mit einer Lösung von schwefelsaurem Chinin der Fall ist, so wird s unmerklich und dann J' einfach proportional zu rq^{-1}. Aus den beobachteten, durch die Variationen in der Concentration der Lösung entstehenden Veränderungen von J' kann man daher die entsprechenden Veränderungen von rq^{-1} herleiten.

Wenn man also das Verhältnifs der von einer gegebenen Anzahl thätiger Molecüle ausgesandten Lichtmenge zu der von ihnen absorbirten durch die Ordinate einer Curve vorstellt, und das Verhältnifs der Menge der verdünnenden Flüssigkeit zu der Menge der gelösten empfindlichen Substanz durch die Abscisse derselben, so erhellt, dafs die Curve gegen die Abscissenaxe concav ist und eine dieser Axe parallele Asymptote hat.

Von der Wahl eines Schirmes.

189. Wir haben gesehen, dafs weifses Papier, die gewöhnlich als Schirm zur Auffangung des Spectrums angewandte Substanz, einen Theil des auffallenden Lichtes mit geänderter Brechbarkeit zurückgiebt. Diefs kann in einigen Fällen den Beobachter, der sich dessen nicht versieht, zu falschen Schlüssen führen. Denn da die Farbe des dispergirten Lichts von seiner Brechbarkeit abhängt, und diese verschieden ist von der des einfallenden Lichts, so müssen die Farben des mit weifsem Papier aufgefangenen Spectrums etwas verändert seyn. In Wahrheit ist die Intensität des dispergirten Lichts im Vergleich zu der des zerstreuten (*scattered*) so schwach, dafs, ausgenommen im äufsersten Violett, die Veränderung ganz unmerklich ist. Allein jenseits des äufsersten Violetts scheint das Spectrum verlängert zu werden durch eine Art von grünlich grauer

Farbe, welche weder zu diesem, noch zu einem andern Theil des wahren Spectrums gehört. Wenn man es bei Absorptionsversuchen bequem findet, statt das Licht direct mit dem Auge aufzufangen, ein reines Spectrum auf einem Schirm von weifsem Papier zu bilden, und man dann das absorbirende Mittel in die Bahn des einfallenden Lichtes bringt, so kann das zerstreute Licht, welches irgend einen Theil des Spectrums bildet, nicht fortgenommen oder geschwächt werden, ohne nicht zugleich das dispergirte Licht, welches von derselben Stelle des Schirmes kommt, fortzunehmen oder zu schwächen. Hält man aber das absorbirende Mittel vor dem Auge, so ist seine Wirkung auf das Spectrum zuweilen sehr verschieden von dem, was sie seyn würde, sendete der Schirm nichts als zerstreutes Licht zurück.

Freilich ist die vom weifsen Papier dispergirte Lichtmenge so gering, dafs dasselbe auch ferner als Schirm ohne Gefahr einer Täuschung angewandt werden kann, sobald man nur die Dispersion beachtet und auf seiner Hut ist. Dennoch ist es nicht überflüssig, für das Papier nach einem Stellvertreter zu suchen, der frei von diesem Einwurfe ist.

190. In dieser Beziehung schien mir eine Porcellantafel unverwerflich zu seyn, denn sie zeigte, selbst bei Untersuchung durch ein Linearspectrum, keine wahrnehmbare Empfindlichkeit. Indefs gab das durchscheinende des Porcellans dem Spectrum ein schmutziges (*blurred*) Ansehen und die festen Linien waren nicht so gut zu sehen wie auf dem Papier.

Dagegen ist glatt geschabte Kreide wegen ihrer Feinheit, Weifse und Opacität wohl geeignet, die zartesten Gegenstände zu zeigen. Man sieht auf ihr die feinsten festen Linien sehr schön, entschieden besser als auf Papier. Ueberdiefs ist ihre Empfindlichkeit, obwohl nicht durchaus Null, doch viel geringer als die der meisten Sorten weifsen Papiers. In der That würde es eine unnöthige Verfeinerung seyn, noch nach etwas Besserem zu suchen, es wäre denn, dafs man ein Stück von hinreichender Gröfse nicht immer

zur Hand hätte. Nach dem, was ich gesehen, glaube ich, dafs gewisse weifse unorganische chemische Niederschläge die besten Schirme abgeben, allein meine Versuche in diesem Gebiete sind noch nicht ausgedehnt genug, um irgend ein besonderes Verfahren zu empfehlen.

191. Der Beobachter kann jedoch eine ganz andere Absicht haben, er kann wünschen mögen das Spectrum so weit wie möglich auszudehnen, um die zum unsichtbaren Theil gehörenden festen Linien jenseits des äufsersten Violetts zu sehen oder um Versuche mit den unsichtbaren Strahlen zu machen. Für diesen Zweck würde es angemessen seyn, einen klaren und sehr empfindlichen starren oder flüssigen Körper anzuwenden. Sehr gut dazu wäre eine schwache Lösung von schwefelsaurem oder phosphorsauren Chinin oder ein schwaches Absud von Rofskastanienrinde (eine Lösung von reinem Aesculin wäre ohne Zweifel besser) oder eine alkoholische Lösung von Stechapfelsamen. Allein das Beste von allem wäre vielleicht ein Stück von dem mit Uranoxyd gelb gefärbtem Glase. Diefs würde immer bereit stehen und hinsichtlich der Empfindlichkeit, wie es scheint, keiner der eben erwähnten Lösungen nachstehen, wenigstens so weit es diejenigen Strahlen betrifft, die durch Glas zu gehen vermögen [1]).

192. Macht man Versuche mit den unsichtbaren Strahlen, so ist es gut, den aus dem hellen Theil des Spectrums entspringenden Glanz möglichst zu entfernen, und deshalb ist ein klarer, starrer oder flüssiger, Körper einem opaken Schirm vorzuziehen. Wünscht man die festen Linien zugleich im sichtbaren und unsichtbaren Theile des Spectrums zu zeigen, so kann man einen Schirm anwenden, bestehend aus Papier, das mit einer mäfsig starken Lösung von schwefelsaurem Chinin oder einer alkoholischen Lösung von Stechapfelsamen getränkt ist. Kurkumäpapier ist zum Zeigen der festen Linien von sehr hoher Brechbarkeit, glaube ich, nicht so gut, doch für das äufserste Violett und für die Strahlen von einer guten Strecke weiter wenigstens

1) Siehe Note *F*.

eben so gut, besonders wenn es mit einer Lösung von Weinsäure getränkt worden ist. Wahrscheinlich werden viele anderen Säuren ebenso gut wirken. Sehr vortreffliche Schirme wird man vermuthlich auch erhalten, wenn man Papier mit einer Lösung von Aesculin oder auch mit einem Absud von Rofskastanienrinde tränkt [1]), oder auch Pappe mit fein gepülvertem und mit Gummilösung angeriebenem gelbem Uranit überzieht; doch habe ich das nicht untersucht.

Anwendung der inneren Dispersion zum Nachweise des Laufs der Strahlen.

193. Chininlösungen sind schon zu diesem Zwecke angewandt, und ein schwaches Absud von Rofskastanienrinde scheint entschieden besser zu seyn. Allein der Effect wird ungeheuer erhöht, wenn man absorbirende Mittel anwendet, um alle zum hellen Theil des sichtbaren Spectrums gehörigen Strahlen fortzunehmen. Ein dunkelblaues Glas entspricht diesem Zwecke sehr gut, wenn seine Flächen eben sind, so dafs die Regelmäfsigkeit der Brechung nicht gestört wird. Ein durch eine etwas grofse Linse gebrochenes Lichtbündel, auf diese Weise dargestellt, bietet mit seiner Brennfläche, seinem geometrischen Brennpunkt u. s. w. einen ungemein schönen Anblick dar, weil das Licht vollkommen continuirlich ist, und die Beleuchtungsgrade der verschiedenen Theile des Bündels durch die verschiedenen Helligkeitsgrade des dispergirten Lichts mit grofser Zartheit dargestellt werden. Die Lösung mufs in einem Glasgefäfs mit ebenen Wänden enthalten, auch sehr verdünnt seyn, weil sonst nur der nahe an der Eintrittsfläche des Lichtes liegende Theil des Bündels gehörig abgebildet wird.

Anwendung der inneren Dispersion zur Bestimmung des Absorptionsvermögens von Medien in Bezug auf die unsichtbaren Strahlen jenseits des Violetts, und das Reflexionsvermögen der Flächen in Bezug auf dieselben Strahlen.

194. Bisher ist keine Methode bekannt gewesen, durch welche das Absorptionsvermögen eines Mediums in Bezug

1) Siehe Note *G*.

auf diese Strahlen für jeden einzelnen Brechbarkeitsgrad bestimmt werden konnte, ausgenommen die, welche darin besteht, dafs von einem reinen Spectrum, dessen Licht durch die zu untersuchende Substanz gegangen ist, ein photographisches Abbild gemacht wird. Es ist überflüssig zu bemerken, wie mühsam ein solcher Procefs ist, verglichen mit der Art, die von Medien auf sichtbare Strahlen ausgeübte Absorption zu bestimmen. Allein das Phänomen der inneren Dispersion versieht den Physiker, so zu sagen, mit *Augen zum Sehen der unsichtbaren Strahlen*, so dafs er das Absorptionsvermögen der Medien für diese Strahlen sogleich beobachten kann. Zu dem Ende braucht man nur ein reines Spectrum zu bilden, statt des Schirms einen sehr empfindlichen, starren oder flüssigen, Körper, wie deren im §. 191 erwähnt sind, anzuwenden, und vor dem zu untersuchenden Medium zu halten oder auch mit dem Medium den Schlitz ganz oder zum Theil zu bedecken.

195. Auf diese Weise läfst sich die von Sir John Herschel [1]) bemerkte Durchsichtigkeit des mit Silberoxyd gelbgefärbten Glases für die violetten und einige noch stärker brechbare Strahlen auf einmal beobachten. Grüne Gläser erwiesen sich sehr verschieden in der Art, wie sie unsichtbare Strahlen absorbirten; einige absorbirten die brechbareren der auf eine verdünnte Lösung von schwefelsaurem Chinin wirkenden Strahlen und liefsen die weniger brechbaren durch; andere absorbirten die weniger brechbaren Strahlen und liefsen die stärker brechbaren durch; und noch andere absorbirten sie alle. Diese Strahlen wurden absorbirt durch Lösungen von neutralem und saurem chromsaurem Kali, die fast bis zur Farblosigkeit verdünnt waren. Schwefelkohlenstoff in der Dicke eines Viertelzolls reichte hin, alle Strahlen jenseits *Hkl* zu absorbiren, so dafs ein hohles mit dieser Flüssigkeit gefülltes Prisma nutzlos zu Versuchen über diese Strahlen seyn würde. Ich mufs bemerken, dafs der angewandte Schwefelkohlenstoff

1) *Philosoph. Transact. f.* 1840 *p.* 39.

nicht durch gelösten Schwefel gelb war, sondern anscheinend so farblos wie Wasser.

196. Um qualitativ das Reflexionsvermögen einer Fläche in Bezug auf unsichtbare Strahlen von einem besonderen Brechbarkeitsgrade zu bestimmen, würde es hinreichen, wie gewöhnlich ein reines Spectrum zu bilden, die Strahlen, ehe sie in den Brennpunkt einer grofsen Linse kommen, seitwärts zu brechen, ein empfindliches Medium zu ihrer Auffangung aufzustellen, und die Wirkung mit derjenigen zu vergleichen, die entsteht, wenn man die Strahlen direct auf dasselbe Medium fallen läfst.

Wirkung verschiedener Flammen.

197. Der Mangel an Sonnenlicht erwiefs sich als ein solches Hindernifs zum Verfolge dieser Untersuchung, dafs ich veranlafst ward, einige helle Flammen zu versuchen, um zu sehen, ob sie jenes wohl ersetzen könnten. Kerzenlicht eignet sich schlecht zu diesen Versuchen. Die Flamme einer Camphen-Lampe erwies sich nicht besser, eher schlechter, denn sie ist an Strahlen, die zum hellen Theil des Spectrums gehören, so reich, dafs der Glanz des Lichts alles Beobachten schwacher Gegenstände hindert; und die Flamme scheint durchaus in keinem Verhältnifs so reich an unsichtbaren Strahlen zu seyn, als sie es an sichtbaren ist. Die auf Holz oder Holzkohle brennende Salpeterflamme schien eine gute Wirkung zu thun, indem sie, wenn die Verbrennung sehr lebhaft war, in einer schwachen Lösung von schwefelsaurem Chinin, die in einer Flasche ihr nahe gehalten ward, eine reichliche dispersive Reflexion hervorbrachte. Die Farbe des dispergirten Lichts schien nicht ganz dieselbe zu seyn, wie die im Tageslicht, sondern einen kleinen Stich ins Violette zu haben. Indefs setze ich kein grofses Vertrauen in das Urtheil des Auges unter solchen Umständen. Eine noch stärkere dispersive Reflexion wurde durch Aufblitzen von Schiefspulver erlangt. Die Farbe schien dabei dieselbe zu seyn, welche man im Tageslichte sieht.

198. Als ich mit einigen dieser Versuche über helle Flammen beschäftigt war, überraschte es mich, zu entdecken, dafs die so schwach leuchtende Flamme einer Weingeistlampe eine so starke Wirkung giebt. Als diese Flamme dicht an eine Flasche mit schwefelsaurer Chininlösung gehalten wurde, zeigte sich eine sehr deutliche dispersive Reflexion. Dasselbe war der Fall mit einigen anderen empfindlichen Lösungen. Indefs zeigt sich so nicht die volle Wirkung der Flamme, weil ein bedeutender Theil der von ihr ausgesandten Strahlen von dem Glase aufgefangen wird. Am besten beobachtet man sie, wenn man die Lösung in ein offenes Gefäfs, z. B. ein Weinglas oder einen Becher giefst, die Flamme dicht darüber hält, und das Auge in oder sehr wenig unter die Ebene der Oberfläche stellt. Auf diese Weise befindet sich nichts zwischen der Flamme und der Flüssigkeit, aufser einem oder einem Paar Zoll Luft, die muthmafslich nur eine unmerkliche Absorption ausübt; und die ebenen, der Oberfläche parallelen Schichten, in die man sich die beleuchtete Flüssigkeit getheilt denken kann, sind alle in Linien projicirt, wodurch die Intensität des blauen Lichts wesentlich verstärkt werden mufs. Es ist ferner zu bemerken, dafs, wenn das Auge etwas unter der Ebene der Oberfläche gehalten wird, in dasselbe nicht allein das direct von der blauen Schicht selbst kommende Licht gelangt, sondern auch dasjenige, welches von ihrem durch totale innere Reflexion entstandenen Bilde herstammt. Diese Beobachtungsweise ist schon von Sir John Herschel beim Sonnenlicht angewandt worden. Da sie bei diesen Untersuchungen oft von Nutzen ist, so wird es passend seyn, einen Namen für sie zu haben, und ich werde sie deshalb die Beobachtungsmethode der *oberflächlichen Projection* nennen.

199. Die Opacität einer Lösung von schwefelsaurem Chinin scheint mit der Brechbarkeit des Lichts regelmäfsig und rasch zu wachsen. Mithin kann man die Brechbarkeit eines auf die Lösung wirkenden Lichtes beurtheilen, wenn man beobachtet, in welchem Grade sich die Beleuchtung

auf die Oberfläche der Flüssigkeit concentrirt. Zu dem Ende ist es wesentlich, eine verdünnte Lösung anzuwenden, weil sonst unsichtbare Lichtstreifen von verschiedenen Brechbarkeitsgraden einzeln ihre volle Wirkung in so dicht zusammenliegenden Schichten ausüben, dafs man sie nicht mehr durch die Breite der Schicht unterscheiden kann. Zu urtheilen nach der starken Helligkeit, die eine Weingeistflamme selbst in einer äufserst verdünnten Lösung hervorbringt, so wie nach dem bedeutenden Grade der Auffangung der thätigen Strahlen durch Glas, müssen nun diese Strahlen, als Ganzes genommen, eine sehr hohe Brechbarkeit besitzen, eine solche, dafs sie unter den brechbarsten der in Abbildungen angegebenen festen Linien und vielleicht noch jenseits derselben liegen. Aus Beobachtungen mit dem Sonnenspectrum ging deutlich hervor, dafs die Prismen keineswegs durchsichtig waren für die Strahlen, welche zur Gruppe *p* der festen Linien gehören. Und dennoch mufsten diese Strahlen, ehe sie ihre Wirkung thaten, zwei Mal durch die Glasplatte des Spiegels gehen (wenn man die an der Vorderfläche reflectirten ausnimmt), dann durch drei Prismen (obwohl möglichst dicht an den Rändern), hierauf durch eine keineswegs sehr dünne Linse, und endlich durch die Wand des Gefäfses, welches die Flüssigkeit enthielt. Eine solche Reihe von Gläsern würde die thätigen Strahlen einer Weingeistflamme bedeutend schwächen, wenn nicht ganz auffangen.

200. Die Naphthaflamme giebt beinahe dieselbe Wirkung wie die Alkoholflamme. Die Aetherflamme wirkt nicht so gut; ob blofs wegen des Reichthums an sichtbaren, stark leuchtenden Strahlen oder wegen verhältnifsmäfsiger Armuth an sehr brechbaren unsichtbaren Strahlen, ist nicht leicht zu sagen. Die Wasserstoffflamme bringt eine sehr starke Wirkung hervor. Die unsichtbaren Strahlen, an welchen sie so reich ist, scheinen, als Ganzes genommen, sogar brechbarer zu seyn, als die einer Weingeistflamme. Als bei Anstellung einiger Versuche mit der Wasserstoffflamme, das Gas beinahe verbraucht war und

die Flamme sich in Folge defs zu einem rundlichen Knopf von nicht mehr als Erbsengröfse verkleinert hatte, zeigte sie dennoch eine sehr entschiedene Wirkung, wenn sie über der Oberfläche einer Lösung von schwefelsaurem Chinin gehalten wurde. Die Flamme des Schwefelkohlenstoffs bringt bei den meisten Substanzen eine viel stärkere Wirkung hervor als die des Alkohols. Sie zeigt deutlich das dicht an der Oberfläche einer alkoholischen Guajaklösung dispergirte blaue Licht, was die Alkoholflamme nicht thut. Es scheint demnach, als sey die Schwefelkohlenstoffflamme reich an unsichtbaren Strahlen von der Brechbarkeit der Gruppen *m* und *n* der festen Linien oder einer etwas höheren, weil sich bei Untersuchung einer Guajaklösung im Sonnenspectrum findet, dafs es diese Gegend ist, in welcher das blaue dispergirte Licht erzeugt wird. Das von einer Guajaklösung dispergirte blaue Licht ist auch sichtbar, wenn man die blaue Flamme des schwach brennenden Schwefels anwendet. Die Armuth einer Weingeistflamme nicht allein an sichtbaren, sondern auch an unsichtbaren Strahlen, mit Ausnahme der höchst brechbaren, erklärt, weshalb sie das vom Flufsspath dispergirte blaue Licht nicht oder wenigstens nicht sehr bedeutend zeigt.

Methode, mittelst des Lichtes einer Weingeistflamme die Durchgänglichkeit der Körper für unsichtbare Strahlen von hoher Brechbarkeit zu bestimmen.

201. Wenn ein Körper starr ist und von parallelen Flächen begränzt wird, ist seine Durchgänglichkeit (*transparency*) für diese Strahlen leicht entdeckt. Es reicht hin, die Flamme einer Weingeistlampe etwas über der Oberfläche einer verdünnten Lösung von schwefelsaurem Chinin, die sich in einem offenen Gefäfs in einem dunklen Zimmer befindet, zu halten, und dann, während man das Auge so stellt, dafs man das dispergirte Licht in Projection sieht, abwechselnd die zu untersuchende Platte einzuschalten und fortzunehmen.

202. Als ich in dieser Weise verschiedene Gläser un-

tersuchte, fand ich keins, welches nicht offenbare Mängel an Durchgänglichkeit gezeigt hätte. Die reinsten Stücke Tafelglas schienen mir die wenigst mangelhaften zu seyn. Ich kann nicht sagen, ob die beobachteten Mängel an Durchgänglichkeit von den wesentlichen Bestandtheilen des Glases oder von zufälligen Unreinheiten abhängen. Möglich, dafs ein aus chemisch reinen Materialien bereitetes Glas durchgänglich sey [1]). Ich glaube, dafs eine blofse Spur von Eisenoxyd oder Schwefelkalium oder Schwefelnatrium hinreichend seyn würde, die Durchgänglichkeit des Glases für diese Strahlen wesentlich zu beeinträchtigen, und solche Beimengungen sind wahrscheinlich vorhanden. Quarz scheint indefs vollkommen durchgänglich zu seyn; die thätigen Strahlen durchdringen eine Dicke von einem oder zwei Zollen, parallel und winkelrecht zur Axe, ohne wahrnehmbaren Verlust. Der Contrast zwischen Quarz und Glimmer ist sehr auffallend, denn eine Glimmerplatte von nicht mehr als Papierdicke schwächt die Beleuchtung sehr merklich.

203. Um Flüssigkeiten zu beobachten, verschaffte ich mir zwei Gefäfse, bestehend aus Stücken einer weiten Glasröhre von etwa einem Zoll in Länge, die an einem Ende durch eine Quarzplatte verschlossen waren. Der Kürze halber werde ich sie Quarzgefäfse nennen, obwohl natürlich nur der Boden von Quarz zu seyn braucht. Will man eine Flüssigkeit untersuchen, so giefst man sie in ein solches Gefäfs, und verfährt dann mit diesem wie mit der starren Platte in §. 201. Wegen der vollkommnen Durchgänglichkeit des Quarzes ist es so gut, wie wenn die Flüssigkeit in der Luft schwebte. Hatte man ein Quarzgefäfs zum Theil mit Wasser gefüllt, so brauchte man nur eine

1) Einige zu Faraday's Versuchen gehörige Stücke Glas, die wegen Abwesenheit von Farbe und von innerer Dispersion einige Hoffnung gaben, konnten wegen ihrer unregelmäfsigen Gestalt nicht auf Durchgänglichkeit geprüft werden; und da sie mir nur von einem Freunde geliehen waren, erlaubte ich mir nicht, sie schleifen und poliren zu lassen.

sehr geringe Menge von salpetersaurem Eisenoxyd hinzu zu setzen, um die thätigen Strahlen zu absorbiren. Die Flüssigkeit war so verdünnt, dafs sie fast farblos erschien, wenn man durch die Dicke hinsah, welche die Strahlen zu durchlaufen hatten. Eine Lösung von Eisenchlorid that dieselbe Wirkung. Ich habe diese Flüssigkeiten speciell im Sonnenlicht untersucht und nicht die geringste Spur von innerer Dispersion bei ihnen gefunden. Wenn eine Flüssigkeit innere Dispersion zeigt, so ist sie fast immer sehr opak für Strahlen von hoher Brechbarkeit, wie ohne besonderen Versuch aus den Beobachtungen hervorgeht, durch welche die innere Dispersion nachgewiesen ward; doch folgt keineswegs umgekehrt, dafs eine Flüssigkeit, die für diese Strahlen sehr opak, und für die sichtbaren Strahlen fast durchgänglich ist, das Phänomen der inneren Dispersion zeige.

204. Ich zweifle nicht, dafs man bei Anwendung eines optischen Apparats (*optical train*), in welchem jedes Glas durch Quarz ersetzt wäre, das Sonnenspectrum verlängert sehen würde, wie weit freilich kann ich nicht sagen. Ein solcher Apparat würde etwas kostbar seyn, sonst aber keine besondere Schwierigkeit in der Ausführung darbieten. Bei Anwendung solider Quarzprismen, würde wegen der Doppelbrechung der Masse, die Hälfte des einfallenden Lichts verloren gehen, wenn nicht die Prismen in besonderer Weise geschnitten wären, was indefs wahrscheinlich sowohl in der Ausführung, als bei den Beobachtungen einige Schwierigkeiten darbieten würde. Allein es könnten hohle, mit Flüssigkeiten gefüllte Prismen angewandt werden, an denen die beiden Flächen, welche das Licht zu durchdringen hat, von Quarz wären. Aus einem schon erwähnten Grunde kann Schwefelkohlenstoff nicht zur Füllung solcher Prismen angewandt werden, und Wasser hat ein zu geringes Dispersionsvermögen, allein dem Gebrauche der Lösung eines farblosen Metallsalzes scheint nichts entgegen zu stehen. Lösungen von schwefelsaurem Zink und essigsaurem Blei, die einzigen Salze, welche ich bisher in

dieser Beziehung untersuchte, zeigten wenigstens keine Mängel an Durchgänglichkeit, als sie in Quarzgefäfsen mittelst einer Weingeistflamme und einer schwefelsauren Chininlösung geprüft wurden [1]).

Wirkung von Chlorwasserstoffsäure etc. auf Chininlösungen. Optische Beweise von Verbindungen in anderen Fällen.

205. In seinem schon so oft erwähnten interessanten Aufsatz bemerkt Sir John Herschel, dafs es nur saure Lösungen von Chinin seyen, welche die eigenthümliche blaue Farbe zeigen, und dafs unter den verschiedenen Säuren die Salzsäure am schwächsten zu wirken scheine (p. 145).

Meinerseits versuchte ich Lösungen von Chinin (nicht *Disulphat*) in verdünnter Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Essig-, Citronen-, Wein-, Klee- und Cyanwasserstoff-Säure, sowie auch in einer Alaunlösung. In allen diesen Fällen war die blaue Farbe des dispergirten Lichtes in gewöhnlichem Tageslichte sichtbar, besonders wenn die Flüssigkeit mittelst oberflächlicher Projection untersucht wurde. Es läfst sich nicht leicht sagen, welche Lösung die beste sey, doch glaube ich die phosphorsaure.

206. Allein eine Lösung von Chinin in verdünnter Chlorwasserstoffsäure, selbst wenn sie im Sonnenlicht und mittelst oberflächlicher Projection untersucht wurde, zeigte die blaue Farbe nicht. Gewisse theoretische Ansichten veranlafsten mich, diefs für einen Beweis zu halten, dafs die Verbindung des Chinin mit der Chlorwasserstoffsäure inniger sey, als die mit den zuerst genannten Säuren, und demgemäfs zu versuchen, ob ein Zusatz von Chlorwasserstoffsäure zu den im vorigen Paragraph erwähnten Lösungen die Farben zerstören würde. Diefs bestätigte sich wirklich, so dafs selbst Schwefelsäure unfähig wird, die blaue Farbe in einer salzsauren Chininlösung zu entwickeln.

1) Siehe Note *H*.

207. Dafs das Chinin, wenn die blaue Farbe seines Sulphats durch Chlorwasserstoffsäure zerstört wird, nicht zersetzt, sondern blofs anders verbunden wird, zeigte sich, als man eine Lösung von kohlensaurem Natron zusetzte, und den dadurch entstandenen weifsen Niederschlag abfiltrirte, auswusch und wieder in Schwefelsäure löste; es zeigte sich dann die blaue Farbe wie gewöhnlich.

208. Auch der Zusatz einer Lösung von Kochsalz, statt der Chlorwasserstoffsäure, zu den im §. 205 erwähnten Lösungen zerstörte die blaue Farbe. Bei der schwefelsauren Lösung war diefs wohl mit Zuversicht vorauszusehen; allein wir dürften vielleicht nicht erwartet haben, dafs die Verbindung des Chinins mit einer so schwachen Säure wie Citronensäure das Chlornatrium zersetzen, und zur Entstehung von citronensaurem Natron und chlorwasserstoffsaurem Chinin Anlafs geben würde; und doch scheint die Reaction von dieser Art zu seyn.

209. Vielleicht könnte man meinen, die Schwefelsäure sey durch die Chlorwasserstoffsäure blofs theilweise aus dem schwefelsauren Chinin getrieben, und das Salz in der Lösung sey eine Art von Doppelsalz, worin eine und dieselbe Base, das Chinin, sich in atomistischem Verhältnifs mit Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure verbunden befinde. Wenn dem aber so wäre, ist es wahrscheinlich, obwohl nicht gewifs, dafs sich dasselbe Salz durch Zusatz von Chlorwasserstoffsäure zu einer Lösung von saurem schwefelsaurem Chinin bilden würde, wenn auch die Menge derselben nicht hinreichend wäre sich mit allem Disulphate zu verbinden. In dieser Voraussetzung müfste die blaue Farbe nicht entstehen, wenn man Chlorwasserstoffsäure nach und nach in kleinen Mengen zur Lösung des sauren schwefelsauren Chinins hinzufügte, und wenn von ihr genug hinzugesetzt worden wäre, müfste die Farbe nicht durch Zusatz von Schwefelsäure entwickelt werden können; wogegen, wenn das Ganze der Schwefelsäure durch Chlorwasserstoffsäure ausgetrieben worden wäre, die blaue Farbe erst, durch Umwandlung einer Portion des Disulphats in

Sulphat, entwickelt, und darauf, bei Zusatz von mehr Säure, durch Umwandlung des Sulphats in ein Chlorat, zerstört werden müfste. Bei Anstellung des Versuchs mit einer Lösung des Chinin-Disulphats in reinem Wasser fand sich, dafs die blaue Farbe wirklich erst entwickelt und dann zerstört wurde.

210. Ein practischer Schlufs, der sich aus diesen Resultaten zu ergeben scheint, ist: dafs es bei der medicinischen Anwendung des Chinins von geringer Bedeutung ist, ob schwefelsaures, phosphorsaures, essigsaures oder chlorwasserstoffsaures Chinin genommen wird, weil doch die drei ersten Salze durch das im Körper vorhandene Kochsalz in chlorwasserstoffsaures Salz verwandelt werden, und die geringe Menge des aus dieser Doppelzersetzung entspringenden neutralen Natronsalzes schwerlich in Betracht kommen kann. Indefs ist dem gewöhnlichen Chinin Cinchonin beigemengt und dessen Reactionsvermögen anders. Nach Sir John Herschel zeigt das letztere Alkaloid nicht die blaue Farbe, und deshalb läfst sich die optische Probe nicht auf dasselbe anwenden. Sollte ein lösliches Chininsalz gewünscht werden, welches nicht vom Kochsalz, durch Doppelzersetzung, in chlorwasserstoffsaures verwandelt würde, so müfste man, wie es scheint, unter den Verbindungen des Chinins mit sehr schwachen Säuren suchen, deren Verwandtschaft zum Natron die der Chlorwasserstoffsäure zum Chinin nicht sehr unterstützte. Wahrscheinlich giebt es dergleichen Salze; denn wiewohl essigsaures oder citronensaures Chinin das chlorwasserstoffsaure Natron zersetzt, so wird doch chlorwasserstoffsaures Chinin vom kohlensauren Natron zersetzt, und wahrscheinlich ist, dafs sich viele Pflanzensäuren in dieser Beziehung wie die Kohlensäure verhalten.

211. Die blaue Dispersion einer schwefelsauren Chininlösung wird durch Brom- und durch Jodwasserstoffsäure ebenso zerstört wie durch Chlorwasserstoffsäure. Bei dem Versuch wurden Lösungen von Brom- und Jodkalium angewandt; da aber die Chininlösung eigends mit

einem beträchtlichen Ueberschufs von Schwefelsäure versetzt worden war, so blieb das Kali als Sulphat unwirksam in der Flüssigkeit, ohne die Beobachtung zu hindern. Derselbe Versuch mit phosphorsaurem Chinin angestellt gab dasselbe Resultat.

212. In Turner's Chemie wird angegeben, dafs das Farbenspiel der Lösungen des Polychroms (d. h. Aesculins) durch Säuren vernichtet, und durch Alkalien erhöht werde. Die vollständige oder wenigstens fast vollständige Zerstörung der vom dispergirten Licht herrührenden blauen Farbe bei einem Absud von Rofskastanienrinde läfst sich durch Säuren leicht beobachten; allein ich konnte nicht wahrnehmen, dafs der Zusatz von Alkalien zu einem frischen Absud in der ersten Zeit irgend eine Veränderung hervorbringe. Die durch eine Säure zerstörte blaue Farbe, konnte durch Alkali wieder hergestellt werden. Wenn die Rofskastanie niemals chemisch untersucht worden wäre, würden diese Beobachtungen allein schon anzeigen, dafs der Stoff, dem die blaue Farbe angehört, aller Wahrscheinlichkeit nach eine feste Verbindung mit Säuren eingeht, nicht aber mit Alkalien. In der That ist derselbe, wie wir wissen, eine Base.

213. Eine ätherische Lösung von salpetersaurem Uranoxyd ist unempfindlich, wie wenn ein oder der andere Bestandtheil des Aethers eine feste Verbindung mit dem Uranoxyd einginge. In dieser Hinsicht ist es merkwürdig, dafs wiewohl der Aether durch Verdampfung davongeht, wenn die Lösung in einem offenen Gefäfse sich selbst überlassen wird, dennoch, wenn man Hitze anwendet, eine chemische Action eintritt, in Folge welcher der Rückstand aus einem Salze besteht, das ganz wie oxalsaures Uranoxyd aussieht. Dieses Salz, gewaschen und, ohne sehr grofse Concentration des Lichts, im feuchten Zustande untersucht, erwies sich unempfindlich [1]).

214. Selten findet man Lösungen von so hoher Empfindlichkeit wie die von Chinin und Aesculin, allein ähn-

1) Siehe Note I

liche Beobachtungen lassen sich an vielen Lösungen machen, wenn man passende Methoden anwendet. Die beste Methode besteht darin, ein helles und mäfsig reines Spectrum zu bilden, dadurch dafs man das Sonnenlicht durch einen sehr breiten Schlitz leitet oder auch den Schlitz ganz fortläfst. Es ist wünschenswerth, eine Linse von nur mäfsiger Brennweite in Verbindung mit den Prismen anzuwenden. Nachdem die Lösung in das Spectrum gestellt ist, wird die Säure oder der sonstige Stoff, dessen Reactionen man zu studiren wünscht, hinzugesetzt und der etwaige Effect beobachtet. Es ist insgemein vortheilhaft, den Schlitz mit einem blauen Glase oder einem ähnlichen absorbirenden Medium zu bedecken; allein bisweilen finden in dem hellen Theil des Spectrums Wirkungen statt, die von einem solchen Medium fortgenommen werden. Wenn falsche Dispersion vorwaltet, ist es gut, durch ein Nicol-sches Prisma auf die Flüssigkeit herabzuschauen und damit alles in der Reflexionsebene polarisirte Licht zu entfernen.

Negative Resultate hinsichtlich gegenseitiger Einwirkung der auf empfindliche Lösungen einfallenden Strahlen.

215. Die bei gewissen Erscheinungen beobachteten antagonistischen Effecte der mehr oder weniger brechbaren Strahlen veranlafsten mich zu versuchen, ob bei der inneren Dispersion etwas der Art wahrzunehmen sey. Um diese Frage dem Versuche zu unterwerfen, wurde folgende Anordnung getroffen.

Ein Trinkglas (*tumbler*) wurde mit sehr verdünnter Lösung von schwefelsaurem Chinin gefüllt und in ein reines Spectrum gestellt. Wie gewöhnlich bestand der beleuchtete Theil der Flüssigkeit aus zwei verschiedenen Theilen, einem blauen Bündel von wahrhaft dispergirtem Licht, entsprechend den stark brechbaren Strahlen, und einem an Staubtheilchen reflectirten Bündel, welcher wie gewöhnlich prismatische Farben zeigte, und den helleren der sichtbaren Strahlen entsprach. Die Flüssigkeit war

beinahe frei von Staubtheilchen, und deshalb das erstere Bündel bei weitem das hellere von beiden; das andere Bündel, obwohl nicht so hell, um die Beobachtung zu stören, wurde benutzt, um die Lage der rothen, gelben u. s. w. Strahlen zu ermitteln. Dann wurde ein flaches Prisma, dessen Winkel etwa 130° betrug, vor dem Gefäfse gehalten, und zwar so, dafs seine Kante vertical und in dem brechbareren Theil der sichtbaren Strahlen befindlich war. Die beide Bündel bildenden Strahlen wurden somit in entgegengesetzten Richtungen gebrochen und in der Flüssigkeit zur Kreuzung gebracht. Durch ein schwaches Drehen in beiden azimuthalen Richtungen, d. h. um eine den einfallenden Strahlen parallele Axe, war es leicht, sich zu versichern, dafs die Bündel einander wirklich kreuzten. Allein es war in dem blauen Bündel nicht der geringste Unterschied wahrzunehmen, wenn die rothen oder anderen schwach brechbaren Strahlen dasselbe durchkreuzten.

216. Da gewisse theoretische Ansichten mir es zweifelhaft gemacht hatten, dafs, unter sonst gleichen Umständen, die Intensität des innerlich dispergirten Lichts proportional sey der Intensität des einfallenden, so wurde ich veranlafst, folgenden Versuch anzustellen.

Sonnenlicht wurde horizontal reflectirt, durchhin eine grofse Linse, die bedeckt war von einem Schirm mit zwei mäfsig grofsen runden Löchern, die beide in Einer Horizontalebene und ziemlich auseinander lagen. Die aus den beiden Löchern hervortretenden Bündel convergirten natürlich gegen den Brennpunkt der Linse, während sie zugleich schmäler und, wegen der Verdichtung des Lichtes, auch heller wurden. Für den gegenwärtigen Zweck aber können sie als cylindrische, gegen den Brennpunkt der Linse convergirende Bündel betrachtet werden. Als sie einander hinreichend nahe gekommen waren, wurden sie durch eine blaue Kupferammoniak-Lösung geleitet, die in einem Gefäfs mit parallelen Wänden enthalten war. Diefs hatte natürlich den Zweck, alle hellen sichtbaren Strahlen zu absorbiren, welche nicht allein für die Erregung der zu untersuchen-

den Lösung nutzlos, sondern auch wegen des Glanzes, den sie verbreitet haben würden, für die Beobachtung hinderlich gewesen wären. Nun leitete man die Bündel in ein Gefäfs, welches ein sehr mit Wasser verdünntes Absud von Rofskastanienrinde enthielt. Beim Durchgang durch die Flüssigkeit erzeugten sie zwei Bündel von wahrhaft dispergirtem Licht, welche gegen einen etwas aufserhalb des Gefäfses liegenden Punkt divergirten. Ein flaches Prisma von etwa 150° wurde dann vor dem Gefäfs gehalten, mit seiner Kante vertical und zwischen den einfallenden Bündeln stehend. Die blauen Bündel von dispergirtem Licht mufsten sich hiedurch in der Flüssigkeit kreuzen, und durch eine kleine Azimuthalbewegung des Prismas konnte man es leicht bewirken, dafs das eine Bündel entweder über dem anderen lag, es durchkreuzte oder unter demselben lag. Als ich nun mit dem einem Auge von oben herabsah und das Prisma im Azimuth vor- und rückwärts drehte, konnte ich nicht den geringsten Helligkeitsunterschied bemerken, es mochten die blauen Bündel einander wirklich durchkreuzen oder blofs aufeinander projicirt gesehen werden. Es geht also aus diesem Versuch hervor, dafs das eine Bündel einfallender Strahlen noch ebenso viel dispergirtes Licht in einem schon von dem andern Bündel erregten Theil der Flüssigkeit erzeugte, als es im Stande war, in einem ähnlichen noch nicht anderweitig erregten Theil der Flüssigkeit hervorzubringen.

Wirkung eines elektrischen Funkens. Natur der phosphorogenischen Strahlen desselben.

217. Den Gebrauch des zu den folgenden Versuchen angewandten Apparats verdanke ich der Güte des Prof. Cumming.

Ein elektrischer Funke bewirkt bei einer äufserst verdünnten Lösung von schwefelsaurem Chinin die innere Lichtdispersion in sehr auffallendem Maafse. Nachdem ich eine so schwache Lösung bereitet hatte, dafs, bei Untersuchung durch oberflächliche Projection mittelst des Lichtes

einer Weingeistflamme, nichts zu sehen war als ein schwacher Lichtschimmer, welcher eine gute Strecke in die Flüssigkeit hinein ging und nicht blofs nicht auf die Oberfläche beschränkt war, sondern auch nicht einmal eine besondere Concentration in der Nachbarschaft der Oberfläche zeigte, stellte ich sie so, dafs sie von den Funken, die, in nicht grofsem Abstand über der Oberfläche, aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine überschlugen, beleuchtet ward. Es entstand eine sehr bemerkliche innere Dispersion, allein die Natur des Effects hing zu grofsem Maafse von dem Charakter der Funken ab. Ein schwach verästelter Funke, der nur wenig Licht gab und wenig Geräusch machte, erzeugte eine Beleuchtung, die sich zu einer bedeutenden Tiefe erstreckte, und sehr viel stärker war als die, welche eine Weingeistflamme in derselben Lösung hervorbrachte. Die Strahlen, welche dieses bewirkten, gingen in grofsem Maafse durch eine Glasplatte, die zwischen die Funken und die Oberfläche der Flüssigkeit eingeschoben ward. Allein ein heller linearer Funke, der ein scharfes Knacken machte, bewirkte eine Beleuchtung, die fast auf eine äufserst dünne, dicht an der Oberfläche der Flüssigkeit liegende Schicht beschränkt war; und die Strahlen, die diese Wirkung gaben, wurden vom Glase aufgefangen, obwohl vom Quarze durchgelassen. Dasselbe war der Fall bei der Entladung einer Leydener Flasche; sie erzeugte ein helles fast auf die Oberfläche beschränktes Licht [1]).

218. Die Opacität einer Lösung von schwefelsaurem Chinin scheint mit der Brechbarkeit der auf sie einfallenden Strahlen regelmäfsig und rasch zu wachsen. Dadurch werden wir zu dem Schlufs geführt, dafs ein starker elektrischer Funken ungemein reich ist an unsichtbaren Strahlen von äufserst hoher Brechbarkeit. Glas ist für diese Strahlen opak, Quarz aber durchgänglich.

219. Es ist bekannt, dafs die phosphorogenischen Strahlen eines elektrischen Funkens oder wenigstens diejenigen, welche auf den Canton'schen Phosphor einwirken,

1) Siehe Note *J*.

sehr frei den Quarz durchdringen, allein von Glas, schon bei sehr mäfsiger Dicke, aufgefangen werden. Diefs allein, aufser dem bereits Erwähnten, würde zu der Annahme führen, dafs die phosphorogenischen Strahlen eines solchen Funkens blofs Strahlen von sehr hoher Brechbarkeit sind. Wenn dem so ist, so müssen sie von einer kleinen Menge einer Substanz, die auf solche Strahlen eine starke Absorption ausübt, ebenfalls aufgefangen werden.

Nachdem ich über die Hervorrufung der Phosphorescenz im Canton'schen Phosphor mittelst elektrischer Entladungen einige Versuche gemacht und dabei beobachtet hatte, wie die Wirkung einer solchen Entladung durch Quarz fortgepflanzt, von Glas aber ganz oder fast ganz aufgefangen wird, fafste ich Vertrauen, dafs meine Beobachtungen mit denen Anderer vergleichbar seyen. Ich legte nun ein kleines Stück des Phosphors auf eine Karte, bedeckte diese mit einem leeren Quarzgefäfs, und leitete die Entladung einer Leydener Flasche darüber. Es wurde eine kräftige Phosphorescenz erregt, die in einem keineswegs dunklen Zimmer sichtbar war, und als die Karte an einen dunklen Ort gebracht ward, blieb das phosphorische Licht eine gute Weile deutlich sichtbar. Der Versuch wurde nun mit einer frischen Portion desselben Phosphor wiederholt, und diesmal das Gefäfs mit Wasser gefüllt. Wie zuvor wurde eine Phosphorescenz erregt, doch wie ich glaube keine so starke. Als ich aber wiederum eine frische Portion des Phosphors nahm, und das Wasser durch eine sehr verdünnte Lösung von schwefelsaurem Chinin ersetzte, ward der Einflufs des Funkens aufgefangen und der Phosphor nicht zum Leuchten gebracht. Es fand sich, dafs eine Lösung, die in zehntausend Theilen nur einen Theil Chinin enthielt, bei einer Tiefe von einem halben Zoll, hinreichend war, die Entstehung der Phosphorescenz zu hindern.

220. Diefs Resultat, scheint mir, würde hinreichend seyn, wo Beweise fehlten, zu zeigen, dafs der Effect in keiner Weise direct einer elektrischen Einwirkung (*disturbance*) zugeschrieben werden kann. Die Wirkung, welche

erzeugt wird, wenn der Phosphor etwa einen Zoll von dem Entlader absteht, scheint genau dieselbe, wie bei einer kleineren Entfernung zu seyn, nur etwas schwächer, wie natürlich zu erwarten ist, welche Ansicht man auch über die Natur des Einflusses haben möge. Allein in dem Abstand eines Zolles wird der Einfluſs des Funkens, obwohl er frei durch Quarz und Wasser hindurchgeht, aufgefangen, wenn man dem Wasser eine ungemein geringe Menge von schwefelsaurem Chinin hinzusetzt. Es ist nicht annehmbar, daſs die elektrischen Beziehungen des Mediums oder dessen Permeabilität für elektrische Anziehungen und Abstoſsungen im Geringsten geändert seyen durch einen solchen Zusatz, während andrerseits das Resultat vollkommen übereinstimmt mit dem, was von der Auffangung von Strahlungen durch absorbirende Media bekannt ist. Der Hauptzweck dieses Versuchs war jedoch nicht, die Ansicht zu bestätigen, nach welcher der Einfluſs des Funkens in den von ihm ausgesandten Strahlen besteht, eine Ansicht, welche, glaube ich, ziemlich allgemein angenommen wird, sondern, die Natur dieser Strahlen näher zu erforschen. Genugsam ist glaube ich gezeigt worden, daſs wir keinen Grund haben diese Strahlen physisch verschieden von denen des Lichtes anzusehen, sondern gerade im Gegentheil, daſs es Lichtstrahlen von sehr hoher Brechbarkeit sind, die nur darum unsichtbar sind, weil ihre Brechbarkeit jenseits der Gränzen fällt, innerhalb welcher die Netzhaut erregt wird. In der That ist es sehr wahrscheinlich, daſs die stark brechbaren Strahlen niemals die Netzhaut erreichen, sondern von den Häuten des Auges absorbirt werden [1]). Die Erscheinungen bei der durch elektrische Entladungen erregten Phosphorescenz unterstützen also nicht die Voraussetzung, daſs es möglich sey, Strahlen von gegebener Brechbarkeit in phosphorogenische, chemische, leuchtende u. s. w. zu zerfällen. Eine wirkliche prismatische Zerlegung würde natürlich die tadelloseste Bestimmungsweise der Brechbarkeit phospho-

1) Siehe Note *K*.

rogenischer Strahlen seyn; allein sie würde die Anwendung eines Quarzapparates (*quartz train*) erfordern.

Punkte der Aehnlichkeit und des Gegensatzes zwischen innerer Dispersion und Phosphorescenz.

221. Da man den Ausdruck *Phosphorescenz* für verschiedene Erscheinungen gebraucht hat, so mufs ich hier erklären, dafs ich darunter das sanfte Leuchten (*spontaneous exhibition of a soft light*) verstehe, welches einige Substanzen, ohne chemische Veränderung, eine Zeitlang zeigen, nachdem sie den Sonnenstrahlen, dem Lichte einer elektrischen Entladung oder irgend einer andern Lichtquelle ausgesetzt worden sind.

In vieler Hinsicht haben die beiden Phänomene eine grofse Aehnlichkeit. Die allgemeinen Verhältnisse der inneren Dispersion lassen sich nicht besser begreifen, als wenn man annimmt, das empfindliche Medium sey, während der Erregung durch die thätigen Strahlen, ein selbstleuchtendes. Ferner ist wohl bekannt, dafs diejenigen Strahlen des Sonnenspectrums, durch welche die Phosphorescenz des Canton'schen Phosphors, des Schwefelbariums und anderer Leuchtsteine erregt wird, die stark brechbaren und die darüber hinausliegenden unsichtbaren Strahlen sind, also genau die Strahlen, welche in der Mehrheit der Fälle die innere Dispersion am wirksamsten hervorbringen. Ich weifs jedoch nicht, in wiefern es richtig sey, dafs, wenn Phosphorescenz durch homogenes Licht erregt wird, die Brechbarkeit des einfallenden Lichts eine obere Gränze für die Brechbarkeiten der Bestandtheile des ausgesandten Lichtes ist. Nach Prof. Draper gehören in der That die thätigen Strahlen zu dem rothen Ende des Spectrums, wenn die Phosphorescenz des Canton'schen Phosphors durch die Strahlen des glühenden Kalks erregt wird [1]). Bestätigt sich dieses, so folgt, dafs das auffallendste Gesetz der inneren Dispersion nicht gültig ist für die Phosphorescenz.

In

1) *Philosoph. Magazine Vol. XXVII.* (*Dec.* 1845) *p.* 436.

In demselben Aufsatz bemerkt Prof. Draper: »Vor einiger Zeit bestimmte ich beim elektrischen Funken die Brechbarkeit der Strahlen, welche Phosphorescenz im Schwefelcalcium erregen, und fand sie am violetten Ende des Spectrums.« In welcher Weise Prof. Draper die Brechbarkeit der Strahlen bestimmte, für welche das Glas so opak ist, darüber giebt er nicht den leisesten Wink. Da ich sonach über die Grundlage seines Schlusses völlig im Dunklen schwebe, kann ich denselben, als in Widerspruch mit meinen eigenen Versuchen, nicht anerkennen. Vielleicht soll indefs »am violetten Ende« nicht mehr sagen, als irgend wo in der stark brechbaren Gegend jenseits der sichtbaren Strahlen. Wenn dem so ist, stimmt Prof. Draper's Angabe vollkommen mit meinen eigenen Schlüssen.

222. Wenn ein Theil eines Phosphors erregt worden ist, verbreitet sich die Phosphorescenz von selbst allmälig auf die benachbarten Theile. In dieser Beziehung bietet eine Substanz, welche innere Dispersion zeigt, einen auffallenden Gegensatz. Sowohl in einer Lösung, als in einem klaren Solidum, als auch auf einem getränkten Papier sieht man die feinsten Linien des Spectrums scharf begränzt.

223. Theoretisch genommen mufs natürlich, bis zu gewisser Strecke, von einem Theil einer empfindlichen Flüssigkeit zu einem andern, eine Mittheilung der Erleuchtung stattfinden, wegen des Lichtes, welche zwei, drei u. s. w. Mal dispergirt wird. Diese mufs jedoch äufserst klein seyn, denn die mittlere Brechbarkeit des dispergirten Lichts ist gewöhnlich viel niedriger als die Brechbarkeit des thätigen Lichts, vielleicht viel niedriger als die irgend eines Lichts, welches die Lösung zu erregen vermag. Im Allgemeinen jedoch würden einige wenige der dispergirten Strahlen eine hinreichend hohe Brechbarkeit haben, um abermals dispergirt zu werden. Practisch genommen würde aber das in dieser Weise zwei Mal dispergirte Licht eine so sehr geringe Intensität besitzen, dafs es ohne Schaden ganz vernachlässigt werden kann.

224. Allein bei weitem der auffallendste Gegensatz zwischen den beiden Phänomenen besteht in dem scheinbar instantanen Anfangen und Aufhören der Erleuchtung bei der innern Dispersion, wenn das thätige Licht zugelassen und fortgenommen wird. Es giebt nichts, was den leisesten Verdacht an eine wahrnehmbare Dauer dieser Vorgänge erwecken könnte. Wenn die innere Dispersion durch einen elektrischen Funken hervorgerufen wird, kommt sie nicht weniger momentan zum Vorschein, als die Beleuchtung einer Landschaft durch einen Blitzschlag. Ich habe nicht versucht, ob sich mittelst eines rotirenden Spiegels eine wahrnehmbare Dauer nachweisen lasse.

225. Zwischen den Substanzen, die eine Brechbarkeitsveränderung bewirken, und denen, welche freiwillig oder bei Erwärmung phosphoresciren, scheint keine Beziehung zu bestehen. Schwefelcalcium und Schwefelbarium, auf innere Dispersion geprüft, erwiesen sich unempfindlich, so gut wie Kalkspath, obwohl dieser letztere bei Erwärmung stark phosphorescirt. So weit die Untersuchungen reichen, zeigen die Mineralien, welche eine Brechbarkeitsveränderung hervorbringen, keine besondere Neigung zur Phosphorescenz. Sir David Brewster hat bemerkt, dafs ein Kalkspath, welcher ein blaues Licht durch innere Dispersion zeigte, bei Erhitzung phosphorescirte und zwar mit blauem Lichte; doch scheint diefs nur ein zufälliger Zusammenhang gewesen zu seyn [1]).

Ueber die Ursache der wahren inneren Dispersion und der Absorption.

226. Indem wir die Ursache der inneren Dispersion betrachten, können wir, glaube ich, absehen von aller Voraussetzung über Reflexionen oder Refractionen der Schwingungen des Lichtäthers zwischen den letzten Körpertheilchen. Denn anzunehmen, dafs irgend solche Ursachen die Entstehung der Schwingungen einer Periode aus denen

1) *Report of the Meeting of the British Association at Newcastle in* 1839, *p.* 11.

einer anderen zu erklären vermöchten, scheint den dynamischen Principien ganz zuwider zu seyn.

Alle Anhänger der Undulationstheorie, glaube ich, stimmen darin überein, dafs sie das Licht zunächst aus den schwingenden Bewegungen der letzten Theilchen des selbstleuchtenden Körpers entstehen lassen. Bei dem Phänomen der inneren Dispersion verhält sich nun der empfindliche Körper, so lange er unter dem Einflufs des thätigen Lichts steht, wie ein selbstleuchtender. Nichts scheint also natürlicher, als vorauszusetzen, dafs die einfallenden Schwingungen des Lichtäthers schwingende Bewegungen unter den letzten Moleculen der empfindlichen Substanzen hervorrufen, und dafs umgekehrt die für sich schwingenden (*swinging on their own account*) Molecule wiederum Vibrationen im Lichtäther erzeugen und dadurch die Licht-Empfindung verursachen. Die Perioden dieser Vibrationen hängen ab von den Perioden, in welchen die Molecule zu schwingen geneigt sind, nicht von denen der einfallenden Vibrationen.

227. Allein diese Theorie wird wahrscheinlich gleich anfangs den Einwurf erwecken, dafs die Annahme, die Perioden der Aethervibrationen seyen einer Abänderung fähig, den Principien der Dynamik gleich sehr widerspreche, man möge dabei die Vermittlung der wägbaren Molecüle zu Hülfe nehmen oder nicht. Die Antwort auf diesen Einwurf ist: dafs es sich hier allein um die Anwendbarkeit gewisser dynamischer Principien der unendlich kleinen Bewegungen handelt, und wir kein Recht haben, die Molecular-Vibrationen als unendlich klein zu betrachten. Die Excursionen der Atome können im Vergleich zur Länge einer Lichtwelle äufserst klein seyn und sind es auch unzweifelhaft; allein daraus folgt keineswegs, dafs sie äufserst klein seyen im Vergleich zu den linearen Dimensionen eines complexen Moleculs. Es ist bekannt, dafs unter dem Einflufs des Lichts, besonders des stärker brechbaren, chemische Veränderungen stattfinden, die sonst nicht erfolgen. In solchen Fällen müssen offenbar die molecularen Störungen

nicht als unendlich klein betrachtet werden. Allein es mögen wohl Vibrationen stattfinden, die nicht bis zur Länge einer vollständigen Abtrennung (*disruption*) gehen, und doch dürfen wir diese keineswegs als unendlich klein betrachten. Ueberdiefs ist zu bemerken, dafs wenn bei unendlich kleinen Molecular-Verschiebungen die Kräfte der Wiederherstellung (*forces of restitution*) nicht denen der Verschiebung proportional sind, das oben erwähnte Princip nicht anwendbar ist, wie klein auch die Störung seyn möge; und wenn in den Ausdrücken für die Wiederherstellungskräfte, die von den ersten Potenzen der (als endlich vorausgesetzten) Verschiebungen abhängigen Glieder, obwohl nicht absolut Null, doch sehr klein sind, so ist das Princip nicht gültig, es sey denn, die Molecular-Excursionen wären in der That äufserst klein. In Folge der Nothwendigkeit, Kräfte, die den Verschiebungen nicht proportional sind, einzuführen, würde es sehr schwer seyn, die Bewegung zu berechnen, selbst wenn wir mit allen stattfindenden Umständen bekannt wären, wogegen wir hinsichtlich der wahren Data des Problems ganz im Dunklen leben. Allein sicherlich können wir nicht behaupten, dafs bei der Störung, welche rückwärts dem Lichtäther mitgetheilt wird, nur Vibrationen von gleicher Periode mit den einfallenden erzeugt werden. Vielmehr scheint es einleuchtend, dafs eine Art unregelmäfsiger Bewegung unter den Moleculen hervorgebracht werden mufs, die nur in sofern periodisch ist, als dabei die Molecule denselben mittleren Zustand behalten; und dafs die Störung, welche die Molecule ihrerseits dem Aether mittheilen, eine solche ist, die nicht durch Circular-Functionen von gegebener Periode, namentlich nicht durch die der einfallenden Vibrationen, ausgedrückt werden kann.

228. Es ist sehr merkwürdig, mit welcher Hartnäckigkeit eine besondere Art von innerer Dispersion einer besonderen chemischen Substanz anhängt. So findet sich die sonderbare Dispersion von rothem Licht, welche der grüne Farbstoff des Laubes zeigt, sowohl in einem grünen Blatte

selbst, als in der Lösung seines grünen Farbstoffs in Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff oder Salzsäure. Die vom salpetersauren Uranoxyd hervorgebrachte Dispersion findet sich so gut bei einer Lösung des Salzes in Wasser, wie bei den Krystallen selbst, die doppeltbrechend sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach, sind daher die Molecularvibrationen, durch welche das dispergirte Licht erzeugt wird, nicht Vibrationen der Molecule unter einander, sondern Vibrationen der Bestandtheile dieser Molecule, vollzogen vermöge der inneren Kräfte, welche diese Bestandtheile zusammenhalten. Bemerkenswerth ist es, dafs die innere Dispersion sich besonders bei den organischen Verbindungen findet, deren letzte Molecule die Chemiker als von complicirter Structur betrachten. Freilich liefert auch das Uranoxyd viele Beispiele von innerer Dispersion; allein das wasserfreie Oxyd selbst ist unempfindlich; es sind nur seine Verbindungen, welche eine so merkwürdige Empfindlichkeit zeigen; und die chemischen Formeln dieser Verbindungen, so weit man sie kennt, sind keineswegs sehr einfach, freilich nicht verwickelter als die Formeln der Verbindungen anderer Oxyde. Warum gerade dieses Oxyd geneigt ist, wackelnde (*tottering*) Verbindungen einzugehen, wage ich nicht einmal zu vermuthen; allein es ist doch merkwürdig, dafs das Uranoxyd, welches sich in optischer Beziehung so eigenthümlich verhält, auch in der Weise seiner chemischen Verbindung einige Unregelmäfsigkeiten darbietet, die Hrn. Peligot veranlassen, es als das Oxydul eines zusammengesetzten Radicals zu betrachten.

229. Wir sind gegenwärtig, glaube ich, noch weit davon entfernt, die Phänomene der inneren Dispersion in allen ihren Details erklären zu können. Sie scheinen mit dem innersten Gefüge der chemischen Molecule verknüpft zu seyn, in solchem Grade, dafs selbst die Phänomene der Polarisation dadurch verdunkelt werden. In der That scheint in dieser Beziehung die Absorption über der Polarisation zu stehen, weil viele der Polarisationsphänomene mehr vom Krystall-Aggregations-Zustand der Molecule als

von deren Constitution abhängen; allein die Phänomene der inneren Dispersion scheinen viel mehr zu Forschungen geeignet (*to be much more searching*) als die der Absorption. Es giebt jedoch bei der inneren Dispersion ein so auffallendes und so einfaches Gesetz, dafs es nicht unvernünftig ist, von ihm eine Erklärung derselben zu erwarten; ich meine das Gesetz, dafs bei der Dispersion die Brechbarkeit stets erniedrigt wird. Bis jetzt bin ich noch nicht im Stande gewesen, eine mich ganz befriedigende Erklärung dieses Gesetzes aufzufinden, allein die folgenden Muthmafsungen, dürften vielleicht nicht ganz des Erwähnens unwerth erachtet werden.

230. Für die Ansicht, dafs die Molecularvibrationen unter dem Einflufs nicht den Verschiebungen proportionaler Kräfte geschehen, sind bereits Gründe beigebracht. Der Einfachheit wegen wollen wir für jetzt die von den ersten Potenzen der Verschiebungen abhängigen Theile der Wiederherstellungskräfte als durchaus Null voraussetzen. Wenn dann ein Molecul gestört wird, werden seine Atome influencirt durch Kräfte, die von der zweiten und von höheren Potenzen der Verschiebungen abhängen. Diese Kräfte müssen die Atome wieder in ihre mittlere Lagen versetzen, sonst würde das Gleichgewicht ein instabiles seyn und die Atome würden neue Verbindungen eingehen, entweder mit einander oder mit den Atomen des umgebenden Mediums; so dafs in der That solche Verbindungen niemals gebildet werden könnten. Die Bedingung der Stabilität würde erfordern, dafs die von den Quadraten der Verschiebungen abhängigen Krafttheile verschwinden, doch ist diefs ein Punkt, der nicht beachtet zu werden braucht; alles worauf es wesentlich ankommt, ist: dafs wir Wiederherstellungskräfte haben, die sich in höherem Verhältnisse als die Verschiebungen verändern. Wenn die von den ersten Potenzen der Verschiebungen abhängigen Theile der Widerherstellungskräfte nicht absolut Null, sondern nur sehr klein sind, müssen die übrig gebliebenen Theile doch noch solche seyn, dafs sie die Atome in ihre

Gleichgewichtslage zurückzuführen streben; sonst würde die Stabilität des Moleculs, wenn auch nicht mathematisch Null, doch so schwach seyn, dafs solche Verbindungen sich wahrscheinlich niemals bilden würden, sondern statt deren andere von gröfserer Stabilität. Und selbst wenn sich solche instabile Verbindungen gebildet hätten, würden sie wahrscheinlich zersetzt werden, wenn man sie in der Weise zu erregen versuchte, in welcher empfindliche Substanzen beim Beobachten der Phänomene der inneren Dispersion erregt werden; so dafs sie, mögen sie existiren oder nicht, bei Betrachtung dieser Phänomene bei Seite gelassen werden können.

231. Geschehen nun die Vibrationen unter der Wirkung von Kräften, die sich in höherem Verhältnifs als die Verschiebungen verändern, so sind die Perioden nicht constant, sondern abhängig von den Amplituden, gröfser oder kleiner, je nachdem diese Amplituden kleiner oder gröfser sind. Gesetzt die Molecular- und die Aether-Schwingungen wären schon im Gange, und es würden die Amplituden der ersteren durch äufsere Kräfte constant erhalten. Je nach dem Werth der Epoche der Vibrationen eines besonderen Moleculs, werden die Aetherschwingungen, in dem Mittel mehrer successiven Undulationen, die Vibrationen des Moleculs zu befördern oder zu hemmen suchen. Eine Zeitlang wird eine Tendenz in dem einen Sinne da seyn, dann eine Zeitlang eine in dem andern, und so fort, wobei die entgegengesetzten Tendenzen einander in der Länge (*in the long run*) aufwiegen. Die Längen der Zeiten, während welcher die Tendenzen in dem einen Sinne liegen, werden abhängen von den Perioden der Molecular- und der Aetherschwingungen, wobei sie im Ganzen gröfser oder geringer sind, als die beiden Perioden mehr oder weniger fast gleich sind. Allein da keine äufseren Kräfte die Amplituden wirklich constant erhalten, so wird, wenn die Aetherschwingungen für die Störung günstig sind, das Molecul weiter gestört und deshalb seine Periode verkürzt; und wenn sie für die Beruhigung der Störung günstig sind,

wird das Molecul gehemmt und deshalb seine Periode verlängert. Wenn dann der Aether schneller schwingt als das Molecul, wird, falls die Wirkung günstig ist für die Störung, die Periode der Molecularvibrationen näher der der Aethervibrationen gleich gemacht und deshalb die Zeit, während welcher die Wirkung für die Störung günstig ist, verlängert; wenn aber die Wirkung für die Beruhigung günstig ist, wird der Effect genau der umgekehrte. Folglich ist im Ganzen eine Neigung zur Störung vorwaltend. Wenn aber der Aether langsamer schwingt als das Molecul, erhellt aus einer ähnlichen Schlufsfolgerung, dafs eine Neigung im entgegengesetzten Sinne überwiegt. Also blofs wenn die Periode der Aetherschwingungen kürzer ist als die der Moleculschwingungen, können die letzteren durch die ersteren im Gange erhalten werden.

232. Allein es wird wahrscheinlich gegen diese Erklärung eingewandt werden, dafs, wenn eine periodisch störende Kraft auf die mittlere Bewegung eines Planeten einwirkt, diese mittlere Bewegung ihr Maximum erreicht, nicht wenn die sie zu vergröfsern strebende Kraft ein Maximum ist, sondern um ein Viertel der Kraftperiode später, nämlich dann, wenn die Kraft verschwindet, um das Zeichen zu wechseln; und dafs in ähnlicher Weise die Veränderung der Schwingungsperiode des gestörten Moleculs gleichmäfsig einwirken wird auf die Dauer der Zeit, während welcher die Action für eine erhöhte Störung günstig ist, und auf die, während welcher sie der Beruhigung günstig ist, oder, genauer genommen, dafs sie keine von beiden verändern wird, weil die Effecte in den ersten und zweiten Hälften dieser Zeiten einander neutralisiren werden. Die Antwort auf diesen Einwurf ist: dafs wir ein Molecul nicht, gleich einem Himmelskörper, als isolirt behandeln dürfen, weil es von seiner Bewegung beständig durch Mittheilung verliert, vielleicht an benachbarte Molecule, jedenfalls aber an den Lichtäther; denn ohne eine Mittheilung der letzteren Art würde es kein dispergirtes Licht geben. Folglich müssen

wir die *unmittelbare* Tendenz der störenden Kräfte mehr betrachten als ihre Tendenz in der Länge (*in the long run*).

233. Wenn ein Molecul an sich in unregelmäſsig periodischer Weise schwingt, so haben natürlich die Schwingungen, welche es dem Aether einprägt, einen gleichen Charakter. Die Zerfällung dieser in Schwingungen, die den verschiedenen Graden der Brechbarkeit entsprechen, involvirt einige sehr delicate mathematische Betrachtungen, in welche ich nicht eingehen will. Allein davon abgesehen ist klar, daſs, wenn der Aether erschüttert wird durch die Vibrationen einer unermeſslichen Menge von Moleculen in allen möglichen Zuständen von Amplituden und folglich auch von periodischen Schwingungszeiten, die Störung des Aethers bestehen muſs aus einem Gemische von Vibrationen, deren Perioden zwischen der gröſsten und kleinsten Periode der Molecular-Vibrationen liegen müssen; und entsprechend diesen verschiedenen Perioden werden Lichtportionen von verschiedenen Brechbarkeitsgraden in dem dispergirten Bündel angetroffen werden. Diese Brechbarkeiten werden eingeschlossen von zwei Gränzen, einer unteren gleich der Brechbarkeit, die der Periode von unendlich kleinen Vibrationen entspricht, und einer oberen, gleich der Brechbarkeit des thätigen Lichts.

234. Diese Theorie scheint sehr gut übereinzustimmen mit dem allgemeinen Charakter des dispergirten Bündels, was die prismatische Zusammensetzung seines Lichts betrifft. Wenn man diese Bündel durch ein Prisma zerlegt, findet sich zuweilen, daſs sie an ihrem brechbareren Rande plötzlich abbrechen, allein ich erinnere mich nicht je einen Fall angetroffen zu haben, wo ein Bündel an dem gegenüberstehenden Rande plötzlich abgebrochen hätte, ausgenommen, wenn das ganze Bündel fast homogen war. Dieſs ist nun ganz der obigen Theorie gemäſs, weil die Schwingungsamplitude mit Annäherung an die weniger brechbare Gränze ins Unbestimmte abnimmt. Bei dem Chlorophyll können wir voraussetzen, daſs der von den ersten Poten-

zen der Verschiebungen abhängige Theil der molecularen Wiederherstellungskräfte beträchtlich ist, in welcher Voraussetzung der Effect sich demjenigen nähern müfste, welcher stattfinden würde, wenn kein anderer Theil da wäre. Allein wären die Wiederherstellungskräfte streng proportional den Verschiebungen, so würden die Vibrationen isochron seyn, und sie könnten nur durch Aetherschwingungen von fast genau derselben Periode erregt werden, würde es aber dann auch sehr kräftig. Demgemäfs tritt die Dispersion in einer Chlorophyll-Lösung sehr plötzlich auf; ein Theil von ihr wird erzeugt durch thätiges Licht von fast derselben Brechbarkeit wie das dispergirte Licht; und das letztere, durch was für thätiges Licht auch erzeugt, hat nahe dieselbe Brechbarkeit, welche es zuerst besafs. Diese Voraussetzung, vereint mit der vorhergehenden Theorie, erklärt auch die Durchsichtigkeit der Lösung für Strahlen von geringerer Brechbarkeit als der erste Absorptionsstreif, die grofse Intensität dieses Streifens, die Schnelligkeit der Zunahme der Opacität an seinem weniger brechbaren Rande und die verhältnifsmäfsig langsame Wiederannahme von Durchsichtigkeit an der andern Seite. Ein Unterschied von gleicher Natur an gegenüberliegenden Seiten eines Maximums von Opacität scheint bei der Absorption eine sehr gemeine Erscheinung zu seyn. Andrerseits kann man in den vielen Fällen, wo, wie in §. 44 beschrieben, die Dispersion nur allmälig beginnt, voraussetzen, dafs der Theil der Wiederherstellungskräfte, welcher von den ersten Potenzen der Verschiebungen abhängt, nur klein sey.

235. Auf dem ersten Blick mag es als ein furchtbarer Einwurf gegen die hier aufgestellte Theorie erscheinen, dafs in dem in §. 216 erwähnten Versuch, bei Verdoppelung der Intensität der einfallenden Störung, die Intensität des dispergirten Lichts nicht mehr als verdoppelt erscheint; und dafs in dem §. 215 beschriebenen Versuch die Strahlen von niederer Brechbarkeit keinen schützenden Einflufs auszuüben scheinen. Allein die Schwierigkeit kann, glaube

ich, durch eine sehr zulässige Voraussetzung gehoben werden. Es scheint sehr natürlich, anzunehmen, dafs ein gegebenes Molecul den gröfseren Theil der Zeit hindurch in Ruhe bleibt, und nur dann und wann in Schwingungen geräth. Bei dieser Annahme ist es nur ein sehr kleiner Theil der Molecule, welcher zu einer gegebenen Zeit bis zu einer betrachtenswerthen Gröfse in Schwingung befindlich ist. Denken wir uns nun, es falle ein Lichtbündel, bestehend aus sehr brechbaren Strahlen, auf ein empfindliches Medium, und setze ein Procent der empfindlichen Molecule in beträchtliche Schwingungen, während der Rest so unbedeutend schwingt, dafs er als in Ruhe betrachtet werden kann. Denken wir uns dann, es falle ein zweites, in jeder Beziehung dem ersten ähnliches Lichtbündel auf das Medium, welches schon unter dem Einflufs des ersten Bündels steht. Von dem einen Procent der bereits schwingenden Molecule, können wir annehmen, mögen viele mit ihrer Maximum-Amplitude schwingen und also nicht sehr afficirt werden. Aufserdem ist es ein grofser Zufall, wenn die Epoche der zum zweiten Bündel gehörigen Aetherschwingungen eine solche wäre, dafs sie einem Molecul just für die kurze Zeit, dafs es unter dem Einflufs des ersten Streifens stark vibrirt, eine grofse Tendenz entweder zur Ruhe oder zur Störung einprägte. Allein von den 99 Proc. ruhenden Moleculen ist 1 Proc. in Schwingungen versetzt. Folglich ist der Effect von beiden Bündeln zusammen, in der Art sehr nahe derselbe wie der von einem allein, aber in der Intensität der doppelte.

236. Der scheinbare Mangel eines schützenden Einflusses der weniger brechbaren Strahlen scheint zuerst schwieriger erklärbar zu seyn, ist es aber vielleicht durch folgende Betrachtung genügend. Wir dürfen einem zweiten Strahlenbündel, von niederer Brechbarkeit, keinen gröfsern Einflufs im Sinne der Schützung beilegen, als einem zweiten Strahlenbündel, von hoher Brechbarkeit, in entgegengesetzter Richtung. Wenn nun ein Bündel Strahlen von hoher Brechbarkeit die Wirkung hat, dafs er 1 Proc.

der Molecule in Schwingung versetzt, so würde die ebenwerthige Wirkung eines Strahlenbündels von niederer Brechbarkeit die Schwingungen von 1 Proc. der Molecule vernichten, wenn sie alle schwängen. Da aber wirklich nur 1 Proc. schwingt, so beträgt der reelle schützende Effect nicht mehr, als dafs er die Schwingungen eines Moleculs in jedem 10,000 hemmt, ein Effect, welcher als unmerklich betrachtet werden kann.

237. Die einfache Betrachtung, dafs keine Arbeit ohne Kraftaufwand möglich ist, zeigt, dafs wenn Licht, welches auf ein Medium fällt, dispergirtes Licht erzeugt, wenigstens ein Theil der von dem Medium ausgeübten Absorption, der Erzeugung des dispergirten Lichts zugeschrieben werden mufs. Entsteht das dispergirte Licht wirklich aus Molecular-Störungen, und meiner Ansicht nach leidet diefs keinen Zweifel, so folgt, dafs hiebei das Licht absorbirt wird, weil es zur Erzeugung der Molecular-Störungen verbraucht wird. Da wir aber die Ursachen von Natur-Erscheinungen nicht unnütz vermehren dürfen, werden wir veranlafst, die Lichtabsorption, in allen Fällen, der Erzeugung oder Vermehrung von Molecular-Störungen zuzuschreiben, wenn nicht Gründe das Gegentheil darthun. Es könnte auf dem ersten Blicke scheinen, dafs die Erzeugung oder Nicht-Erzeugung von dispergirtem Licht zugleich einen grofsen Unterschied zwischen den verschiedenen Arten von Absorption errichte; allein ich glaube nicht, dafs hierauf ein grofses Gewicht zu legen sey. Zunächst mag bemerkt seyn, dafs wir keinen Grund zu der Annahme haben, Vibrationen von gleicher Natur wie die des Lichts seyen zwischen die Brechbarkeitsgränzen eingeschlossen, dafs das Menschenauge sie aufnehmen könne. Wenn daher kein dispergirtes Licht wahrgenommen wird, so folgt daraus noch nicht, dafs keine unsichtbaren Strahlen dispergirt werden. Gehört das einfallende Licht zum sichtbaren Theil des Spectrums, so können die dispergirten Strahlen (giebt es deren) da sie von niedrigerer Brechbarkeit als die einfallenden sind, nur dadurch unsichtbar seyn, dafs sie eine

schwächere Brechbarkeit als das rothe Licht besitzen, und sie würden sich lediglich oder hauptsächlich durch ihre Wärmewirkung kundgeben. Wenn auch indefs, aller Wahrscheinlichkeit nach, unsichtbare Strahlen dieser Art, vermöge der Absorption des sichtbaren Lichts, von dem Körper ausgesandt werden, so sind wir doch nicht gebunden anzunehmen, dafs sie in ihrer Aussendungsweise genau den sichtbaren Strahlen ähneln, welche bei dem Phänomen der inneren Dispersion beobachtet werden. In den meisten Fällen vielleicht sind sie mehr denen der Sonnen-Leuchtsteine (*solar phosphori*) analog. Es ist möglich und selbst wahrscheinlich, dafs es mannigfache Grade von Molecular-Connex giebt, von der blofs zufälligen Juxtaposition an bis zur innigsten chemischen Union. Ein zusammengesetztes Molecul kann als Ganzes schwingen, vermöge seines Connexes mit anliegenden Moleculen, oder es kann für sich schwingen, nach Art einer Platte oder eines Stabes; und zwischen diesen äufsersten Gränzen sind viele intermediäre Schwingungsweisen denkbar. Ohne mithin die allgemeine Voraussetzung zu verlassen, dafs die Lichtabsorption von der Erzeugung molecularer Störungen herrühre, können wir uns denken, dafs die Arten, in welchen der Aether seine Schwingungen den Moleculen, und diese Molecule umgekehrt ihre Störungen dem Aether mittheilen, sehr verschiedenartig sind.

Ich gebe die Idee, dafs die Lichtabsorption von der Erzeugung molecularer Störungen herrühre, hier nicht als eine neue, obwohl möglicherweise bisher angenommen seyn mag, die Mittheilung der Aetherschwingungen an die Molecule implicire nothwendig das Daseyn isochroner Schwingungen unter den Moleculen. Die Aenderung in der periodischen Schwingungszeit, welche bei dem Procefs der inneren Dispersion stattfindet, würde schwerlich geahnet worden seyn, wäre es nicht wegen des sonderbaren Phänomens, durch welches sie dargethan wird.

238. Die einzige Theorie, in welcher versucht worden ist, die Gesetze der Absorption von einer physischen Ursache herzuleiten, ist, meines Wissens, die vom Baron

Wrede, welcher sie der Interferenz zuschreibt [1]). Der Aufsatz des Barons ist in mancher Hinsicht sehr schön: allein es ist mir immer als ein böser Einwand gegen seine Theorie erschienen, dafs dieselbe Schwingungen vernichten läfst. Freilich können zwei Lichtbündel interferiren und Dunkelheit erzeugen, allein dafür bringen sie an anderen Orten nur um so viel mehr Licht hervor. Bei der Interferenz geht kein Licht verloren, sondern wird nur die Erleuchtung anders vertheilt [2]). Wäre das Verschwinden des Lichts in Richtung eines in ein Medium geleiteten Bündels blofs ein Interferenzphänomen, so müfste die volle Menge des hineingelassenen Lichts in Seitenrichtungen wieder vorkommen; fiele eine Reihe von Schwingungen auf ein Medium, ohne eine progressive Aenderung in dessen Zustand oder eine daraus entspringende Störung hervorzubringen, so würde folgen, dafs die Arbeit (*Work*) beständig vernichtet wäre. Allein wir haben Grund zu glauben, dafs die Vernichtung einer Arbeit nicht minder eine physische Unmöglichkeit ist, als die Schöpfung derselben, d. h. ein perpetuum mobile.

Liste von sehr empfindlichen Substanzen.

239. Zum Nutzen Derer, welche Versuche über diesen Gegenstand anstellen wollen, füge ich eine Liste der merkwürdigeren mir bekannt gewordenen Substanzen bei. Man wird sehen, dafs die meisten derselben den Aufsätzen von Sir David Brewster und Sir John Herschel entlehnt sind.

Glas, gefärbt durch Uranoxyd; gelber Uranit; salpetersaures und essigsaures Uranoxyd. Viele andere Uranoxydsalze werden wahrscheinlich ebenso gut seyn. Die Absorptionsstreifen der Uranoxydsalze, der empfindlichen und nicht-empfindlichen, verdienen im Zusammenhang mit der Brechbarkeitsänderung studirt zu werden.

1) Poggend. Ann. Bd. XXXIII. S. 353.

2) Denselben Einwand gegen die Wrede'sche Theorie hat vor vielen Jahren der verstorbene Rudberg mündlich gegen mich geäufsert. P.

Eine alkoholische Lösung des grünen Farbstoffs der Blätter. Um eine sich haltende Lösung zu bekommen, ist es gut die Blätter zuvor in siedendem Wasser aufzuweichen. Der Alkohol mufs nicht beständig mit den Blättern in Berührung gelassen werden, falls man nicht die daran stattfindenden Veränderungen studiren will; sondern ist abzugiefsen, sobald man die Lösung für hinreichend concentrirt hält. Auch mufs man die Lösung, wenn sie nicht gebraucht wird, im Dunklen aufbewahren.

Ein schwaches Absud (*solution*) von Rofskastanienrinde.

Eine schwache Lösung von schwefelsaurem Chinin, d. h. eine Lösung des gemeinen Disulphats in sehr schwacher Schwefelsäure. Verschiedene andere Chininsalze sind beinahe, wenn nicht ganz eben so gut.

Flufsspath, eine gewisse grüne Varietät.

Verschiedene Arten von rothem Tang; eine Lösung seines rothen Farbstoffs in kaltem Wasser. Zur Bereitung dieser Lösung mufs noch nicht getrockneter Tang angewandt werden. Bisweilen geräth sie selbst mit frischem Tang recht gut.

Ein Auszug von Stechapfelsamen mit nicht zu starkem Alkohol.

Verschiedene Lösungen von Orseille und Lackmus (Siehe §. 65 bis §. 72).

Ein Absud von Krapp mit einer Alaunlösung.

Papier, getränkt mit einer sehr starken Lösung von schwefelsaurem Chinin, oder mit einem Auszug von Stechapfelsamen oder mit Kurkumäpapier. Die Empfindlichkeit des letzten Papiers wird durch Tränken mit einer Lösung von Weinsäure erhöht. Diefs Papier mufs im Dunklen aufbewahrt werden.

Eine nicht zu starke Lösung von Guajak in Alkohol.

Safflor-Roth, Scharlachfarbenes Tuch, Substanzen mit Krapp gefärbt, und viele andere gefärbte Gegenstände des gewöhnlichen Gebrauchs.

Manche der hier erwähnten Lösungen sind Gemische

mehrer Verbindungen. Kann die empfindliche Substanz chemisch rein erhalten werden, ist es natürlich besser.

Schlufs.

240. Folgendes sind die Hauptresultate, welche im Laufe der in dieser Abhandlung beschriebenen Untersuchungen erlangt wurden.

1) Bei dem Phänomen der wahren inneren Dispersion wird die Brechbarkeit des Lichts geändert; einfallendes Licht von bestimmter Brechbarkeit giebt dabei dispergirtes Licht von verschiedenen Brechbarkeiten.

2) Die Brechbarkeit des einfallenden Lichtes ist die obere Gränze der Brechbarkeit der Bestandtheile des dispergirten Lichts.

3) Die Farbe des Lichts wird im Allgemeinen bei der inneren Dispersion geändert, und die neue Farbe entspricht immer der neuen Brechbarkeit. Es ist vollkommen gleichgültig, ob die einfallenden Strahlen zum sichtbaren oder unsichtbaren Theil des Spectrums gehören.

4) Die Natur und Intensität des von einer Lösung dispergirten Lichts scheint vom Polarisationszustand der einfallenden Strahlen ganz unabhängig zu seyn. Ueberdiefs zeigt das dispergirte Licht keine Spur von Polarisation, gleichviel ob die einfallenden Strahlen polarisirt sind oder nicht. Es scheint in allen Richtungen gleichmäfsig auszustrahlen, wie wenn die Flüssigkeit selbst leuchtend wäre.

5) Das Phänomen einer Brechbarkeitsveränderung scheint aufserordentlich gemein zu seyn, besonders bei organischen Substanzen, wie man sie gewöhnlich antrifft; fast immer zeigt es sich in ihnen in gröfserem oder geringerem Grade.

6) Das Studium der unsichtbaren, stärker als das Violett brechbaren Strahlen des Spectrums, sowie der Absorption, welche Media auf dieselben ausüben, wird dadurch ungemein erleichtert.

7) Es liefert auch ein neues chemisches Prüf- und Forschmittel (*test of a remarkably searching character*), wel-

welches anscheinend für die Trennung organischer Verbindungen von grofsem Werthe ist. Diefs Prüfmittel ist besonders darum merkwürdig, weil es eine oder mehre empfindliche Substanzen in einer Mischung verschiedener Verbindungen unabhängig erkennen läfst, und zu grofsem Maafse zeigt, ehe diese Substanzen abgeschieden worden, in welchen Menstruis dieselben löslich sind, und mit welchen Agentien sie in Verbindung treten. Unglücklicherweise erfordern nur diese Beobachtungen meistens Sonnenlicht.

8) Das Phänomen der innern Dispersion erhebt neue Schwierigkeiten für die Voraussetzung einer verschiedenen Natur der leuchtenden, chemischen und phosphorogenischen Strahlen, stimmt aber vollkommen mit der Annahme, dafs die Erzeugung von Licht, von chemischer Veränderung und von Phosphorescenz nur verschiedene Wirkungen einer und derselben Ursache seyen. Die phosphorogenischen Strahlen eines elektrischen Funkens, welche, wie bekannt, von Glas aufgefangen werden, scheinen nichts anderes zu seyn als unsichtbare Strahlen von ungemein hoher Brechbarkeit, und es ist kein Grund vorhanden, sie in ihrer Natur als verschieden von den Lichtstrahlen anzusehen.

Zusätze während des Drucks.

Zusatz *A.* — §. 23.

Kurz nach Absendung der vorstehenden Abhandlung an die K. Gesellschaft, fand ich in der *Bibliothèque universelle* (*T. XXXX*, Juli u. August 1842) Hrn. Edmund Becquerel's Karte (*map*) der festen Linien des chemischen Spectrums. Aus Moigno's *Repertoire de l'optique moderne* hatte ich ersehen, dafs dieselbe der Pariser Akademie vorgelegt worden, und diefs machte mich natürlich begierig sie zu erhalten; allein da ich weder in diesem Werk noch in den *Comptes rendus* eine weitere Notiz über sie fand, so setzte ich voraus, sie wäre noch nicht

veröffentlicht worden. Die Hauptlinien in dieser Karte erkannte ich auf den ersten Blick. Becquerel's breiter Streifen *I* ist mein *l*; seine Gruppe von vier Linien *M*, mit dem vorhergehenden Streifen, bilden meine Gruppe *m*; seine Gruppe von vier Linien *N* bildet die ersten vier meiner Gruppe *n*; seine Linie *O* ist mein *n*. Nur in der letzten Gruppe kann ein Zweifel in Betreff der Identificirung obwalten; doch halte ich es fast für gewifs, dafs Becquerel's *P* mein *o* ist, und die nächsten beiden Linien, die letzten in seiner Karte, sind die beiden zwischen *o* und *p*. Schwer ist's anfänglich zu glauben, dafs die starke Linie *p* ausgelassen seyn sollte, da doch die beiden schwachen Linien zwischen *o* und *p* angegeben sind; allein die Schwierigkeit wird, glaube ich, gehoben, wenn man erwägt, wie schwach die photographische Wirkung in diesem Theile des Spectrums ist. Hr. Becquerel sagt ausdrücklich, dafs jenseits der letzten abgebildeten Linien noch andere sichtbar waren, aber kaum deutlich; und wenn man seine Karte, Hrn. Kingsley's Photographie und meine eigene Karte mit einander vergleicht, so kann, glaube ich, schwerlich ein Zweifel in Betreff der Identificirung übrig bleiben.

Ich benutze diese Gelegenheit, um noch eines anderen interessanten Aufsatzes des Hrn. Becquerel zu erwähnen, betitelt: »*Des effets produits sur les corps par les rayons solaires*« und veröffentlicht in den *Annales de chimie*, (1843) *T. IX p.* 257, welchen ich erst zu spät kennen lernte, um ihn früher anführen zu können. Dieser Aufsatz enthält, unter Anderem, eine Untersuchung über die Wirkungen durchsichtiger und farbiger Schirme auf die leuchtenden, chemischen und phosphorogenischen Strahlen; und es wird darin gezeigt, dafs ungeachtet der grofsen Verschiedenheit in der Wirkung eines gegebenen Schirmes auf die drei Klassen von Strahlen, die beim Studium des Effectes der einfallenden Strahlen als Ganzes stattfindet, dennoch seine Wirkung ganz dieselbe ist, wenn man blofs Strahlen von einer selben Brechbarkeit beachtet. Unter den von Herrn

Becquerel angewandten Substanzen sind einige, deren absorbirende Wirkung in dieser Abhandlung erwähnt und mittelst der auf Brechbarkeitsveränderung beruhenden Methoden bestimmt wurden. In solchen Fällen stehen meine Resultate, wie vorauszusehen, in vollem Einklang mit denen des Hrn. Becquerel. In Betreff der Resultate, welche ich über die Natur der phosphorogenischen Strahlen des elektrischen Funkens erlangte und gegen das Ende dieser Abhandlung beschrieb, so ist mir Hr. B. darin in gutem Maafse zuvorgekommen. Doch glaube ich nicht, dafs selbst er eine Ahnung hatte, dafs so viel der Wirkung des Funkens von Strahlen solch hoher Brechbarkeit herrührte.

Zusatz *B*. — §. 105.

Seitdem ist es mir durch eine besondere Vorrichtung gelungen, so weit in die »lavendelblauen« Strahlen hineinzusehen, dafs ich die festen Liniengruppen *m*, *n* und *p* mittelst direct in das Auge gelangenden Lichtes erkennen, und selbst jenseits derselben noch Licht wahrnehmen konnte.

Was die Farbe dieser Strahlen im gut isolirten Zustande betrifft, so glaube ich giebt die Corolle des Lavendels eine so gute Vorstellung von ihr, als sich den Umständen nach erwarten läfst. Es scheint mir, als fehle ihnen das Leuchtende des Blaus und die Röthe des Violetts. Ohne Zweifel hat bisher über die Farbe und die Leuchtkraft dieser Strahlen viel Irrthum und Unsicherheit geherrscht, weil man die graue Verlängerung eines auf Papier geworfenen Spectrums irrthümlich für die lavendelblauen Strahlen nahm.

Zusatz *C*. — §. 154.

Auf Zusatz von gemeiner Phosphorsäure zu einer Lösung von salpetersaurem Uranoxyd scheint nichts zu erfolgen; untersucht man aber nach einigen Tagen das Gefäfs, so findet man einen Niederschlag. Dieser erweist sich in sehr hohem Grade empfindlich.

Zusatz *D*. — §. 158.

Seitdem habe ich in einer mineralischen Lösung ein System von Absorptionsstreifen gefunden, welches so merkwürdig ist und in mancher Hinsicht so sehr dem der Uranoxydsalze ähnelt, ungeachtet es in einem ganz anderen Theil des Spectrums vorkommt, dafs es, glaube ich, keiner Entschuldigung bedarf, seiner hier zu erwähnen. Diese Lösung ist die des übermangansauren Kalis, des *Chamaeleon minerale*. Um die Streifen zu sehen, mufs man eine verdünnte Lösung nehmen oder von einer concentrirten eine geringe Dicke anwenden; sonst wird die ganze Gegend, worin die Streifen vorkommen, absorbirt. Die Streifen sind fünf an der Zahl und sie haben gleichen Abstand oder wenigstens sehr nahe. Der erste liegt etwa um drei Fünftel eines ihrer Zwischenräume über *D*; der letzte fällt mit *F* zusammen, weicht jedenfalls nur wenig davon ab. Der zweite und dritte sind die intensivsten der Reihe. Ich habe die Lösung sorgfältig auf eine Brechbarkeitsveränderung geprüft, aber nicht die geringste Spur davon gefunden. Eisensaures Kali zeigt nichts Merkwürdiges.

Mittelst der eben erwähnten Streifen läfst sich die Farbe des übermangansauren Kalis augenblicklich und unfehlbar von der gewisser anderer rother Manganlösungen unterscheiden, deren Farbe einige Chemiker geneigt waren der Uebermangansäure zuzuschreiben. (Siehe Pearsall, *On red Solutions of Manganese*, im *Journ. of the Royal Institution, New Series, No. IV. p.* 49 [1]).

Zusatz *E*. — §. 171.

Nimmt man an, der Einfallswinkel sey *genau* gleich 45° und das Brechverhältnifs der Flüssigkeit betrage 0,8, und berechnet nun nach Fresnel's Formeln das Verhältnifs der Intensität des Lichts, welches von der Aufsenfläche eines Bläschens reflectirt und in einer Ebene winkelrecht auf der Einfallsebene polarisirt ist, zu der des Lichts, welches ähnlich reflectirt, aber in jener Ebene polarisirt

1) Auch in diesen Ann. Bd. XXV, S. 622.

ist, so findet man 0,228 : 1, ein Verhältnifs, welches von der Gleichheit gewifs stark abweicht. Um indefs die beiden Intensitäten gleich zu machen, braucht man den Einfallswinkel nur um 3° 35′ zu vergröfsern; und in der That hatte der Beobachter, der Bequemlichkeit wegen, gewöhnlich eine solche Stellung, dafs die Ablenkung des Lichts etwas gröfser als 90°, mithin der Einfallswinkel etwas gröfser als 45° war.

Zusatz *F.* — §. 191.

Seitdem habe ich ein Stück (*slab*) Glas von der hier empfohlenen Art erhalten, welches Hr. Darker zu Lambeth für mich darstellte (*executed*), und seinem Zweck bewundernswürdig entspricht, indem es ungemein empfindlich ist. Aufser seinem allgemeinen Gebrauch als Schirm, setzte es mich durch seine Gröfse und Gestalt in den Stand, den Zusammenhang gewisser Schwankungen in der Durchsichtigkeit mit entsprechenden Schwankungen in der Empfindlichkeit bei dieser Substanz weiter zu verfolgen als es bisher (§§. 75. 76) geschehen war.

Zusatz *G.* — §. 192.

Ein mit blofsem Absud von Rofskastanienrinde getränktes Papier verfärbt sich schnell; allein ein Stück, welches mit einer durch chemische Mittel gereinigten Lösung getränkt worden, bleibt weifs und erweist sich ungemein empfindlich.

Zusatz *H.* — §. 204.

Seitdem habe ich einen vollständigen Quarz - Apparat (*train of quartz*) machen lassen, von welchem Hr. Darker schon einen beträchtlichen Theil, unter andern zwei sehr schöne Prismen, für mich verfertigt hatte. Mit diesem habe ich die festen Linien bis zu einem Abstand jenseits *H* mehr als doppelt so grofs wie der von *p* gesehen; so dafs die Länge des Spectrums, gerechnet von *H*, mehr als doppelt so grofs war, als man sie bisher aus photographischen Bil-

dern kannte. Das Licht wurde reflectirt durch den Metallspiegel eines Silbermann'schen Heliostaten, den ich von Hrn. Dubosq-Soleil erhalten hatte. Mit dem Glas-Apparat war die Gruppe *p* schwach, allein mit dem Quarz-Apparat sah man in Lichtfülle nicht allein die Gruppe *p*, sondern auch die festen Linien bis *Hpl* oder darumher. Von der Gruppe *n* an bis etwa zur Mitte der neuen Gegend sind die Linien weniger stark (*bold*) und auffallend als in der Gegend der Gruppen *H*, *l*, *m* und *n*; allein der letztere Theil der neuen Gegend enthält viele sowohl durch Stärke als Anordnung merkwürdige Linien. Ich hoffe von ihnen mittelst des vollständigen Apparats bei Sommersonne eine sorgfältige Zeichnung zu machen.

Ich habe Gründe zu glauben, dafs die photographische Wirkung dieser stark brechbaren Strahlen schwach, vielleicht fast absolut Null sey. Im zweiten der in der Note *A* erwähnten Aufsätze (p. 300) beschreibt Hr. Becquerel einen Versuch, bei welchem ein Quarzprisma zur Bildung eines Spectrums angewandt ward; und dennoch war das photographirte (*impressed*) Spectrum von den allein durch Quarz gegangenen Strahlen kaum länger als dasjenige gebildet von Strahlen, die, aufser dem Quarz, noch einen Schirm reinen Flintglases von einem Centimeter Dicke durchdrungen hatten. Es ist möglich, meiner Meinung nach sogar wahrscheinlich, dafs Glas, aus *vollkommen* reinen Materialien bereitet, so durchsichtig wie Quarz ist, allein alle Exemplare, welche ich untersuchte, waren entschieden von mangelhafter Durchsichtigkeit. Ueberdiefs betrachtet Hr. Becquerel, der wohl als der beste Richter seiner eignen Versuche anzusehen ist, das ebenerwähnte Resultat als einen Beweis, dafs das photographirte Spectrum von Strahlen, die durch Quarz gegangen, sich, bis auf einen sehr unbedeutenden Abstand, nicht über dasjenige hinaus erstrecke, welches mit seinem Glas-Apparat gebildet worden; und dennoch enthält die Zeichnung, welche mit Hülfe des letzteren entworfen wurde, nicht die Linie *p*.

Indefs ist wahrscheinlich, dafs es unter der Menge von

Präparaten, auf welche das Licht einzuwirken vermag, einige giebt, welche hauptsächlich durch Strahlen von ungewöhnlich hoher Brechbarkeit erregt werden und eben deshalb zu den gewöhnlichen Zwecken der Photographie nicht geeignet sind. Mit diesen kann möglicherweise die neue Gegend des Sonnenspectrums photographisch aufgenommen werden.

Zusatz *I*. — §. 213.

Ich habe seitdem das Salz oder Product im trocknen Zustande und unter günstigeren Umständen untersucht und es empfindlich gefunden, obwohl keineswegs in hohem Grade. Es zeigt auch die Absorptionsstreifen, welche durch die Uranoxydsalze zu laufen scheinen.

Im Zusammenhang mit der Empfindlichkeit einer Lösung vom salpetersauren Uranoxyd in Aether scheint es interessant einer seitdem von mir beobachteten Thatsache zu erwähnen, nämlich: dafs die Empfindlichkeit einer Lösung vom salpetersauren Uranoxyd in Wasser durch Zusatz von etwas Alkohol zerstört wird.

Zusatz *J*. — §. 217.

Als ich später diesen Versuch wiederholte, konnte ich den Unterschied im Charakter eines starken und eines schwachen Funkens aus dem Conductor nicht genügend ermitteln, vielleicht weil die Maschine in geringerer Wirksamkeit war; allein der Unterschied zwischen den Effecten eines blofsen Funkens und der Entladung einer Leydener Flasche war ganz deutlich. Um ein auffallendes, völlig entscheidendes Resultat zu erlangen, ist es übrigens wesentlich, eine äufserst schwache Lösung anzuwenden. Der Grund davon ist einleuchtend.

Ein schweres Gewitter, welches Cambridge am 16. Juli 1852 heimsuchte, lieferte mir eine gute Gelegenheit, die Wirkung der Blitze auf eine Chininlösung und andere empfindliche Media zu beobachten. Aus der Fülle des dispergirten Lichts ergab sich, dafs das Verhältnifs der thä-

tigen und deshalb stark brechbaren Strahlen zu den sichtbaren Strahlen in dem Lichte des Blitzes sehr viel gröfser war als im Tageslicht. Zwischen den Effecten eines schwachen Blitzes in der Ferne und eines hellen Blitzes nahe im Zenit liefs sich ein ähnlicher Charakter - Unterschied wahrnehmen, wie er in Bezug auf die Wirkungen eines Funkens aus der Maschine und der Entladung einer Leydener Flasche beschrieben worden ist. Bei künstlichen Entladungen scheinen, je stärker der Funken ist, desto mehr die Strahlen von äufserst hoher Brechbarkeit im Verhältnifs zur gesammten Strahlung vorzuwalten. Nun ist ein Blitz eine unvergleichlich stärkere Entladung als die einer Leydener Flasche. Man könnte daher vermuthen, dafs die Strahlung aus Blitzen reich an unsichtbaren Strahlen von äufserst hoher Brechbarkeit befunden würden. Aber dennoch konnte ich nicht entscheidend ausmitteln, ob die Strahlen vom Glase, selbst vom gemeinen Fensterglase, absorbirt wurden. Ich will indefs hierüber nicht absprechen, denn Beobachtungen an Blitzen sind viel schwieriger zu machen als die mit der Maschine, welche der Beobachter controliren kann. Indefs schien es, wie wenn der Funke einer Leydener Flasche reicher wäre an Strahlen von so hoher Brechbarkeit, dafs sie von Glas aufgefangen werden, als der Blitz. Ist diefs wirklich der Fall, so mufs man es davon ableiten, dafs diese Strahlen entweder in den Blitzen nicht vorhanden sind, oder beim Durchgang durch die Luft oder Wolken absorbirt werden. Würden sie nicht erzeugt, so könnte man es der Lockerheit der Luft in der Höhe der Entladung d. h. in der Höhe der Gewitterwolke zuschreiben. Ohne Zweifel können die Metallspitzen des zum elektrischen Apparat gehörigen Entladers einen Einflufs auf die Natur der Funken gehabt haben; allein ich bin zu glauben geneigt, dafs dieser Einflufs, so weit er reichte, in falscher Richtung gewirkt, d. h. gestrebt haben würde, Strahlen von niederer Brechbarkeit auf Kosten derer von hoher zu erzeugen.

Zusatz *K.* — §. 220.

Neuerlich ist meine Aufmerksamkeit auf einen Aufsatz des Hrn. Brücke (Poggend. Ann. (1845) Bd. 65 S. 593) hingelenkt worden, worin derselbe Versuche beschreibt, welche zeigen, dafs die verschiedenen Theile des Auges, besonders die Krystall-Linse, keineswegs durchsichtig sind für Strahlen von hoher Brechbarkeit. Die angewandten Augen waren die von Ochsen und anderen Thieren, und die Untersuchung geschah mittelst der Effecte, welches Licht, das durch den zu untersuchenden Theil des Auges gegangen war, auf eine im Dunkeln eingetrocknete Schicht von Guajaktinktur ausübte. Natürlich bieten die in dieser Abhandlung beschriebenen Erscheinungen besonders leichte Wege zu einer solchen Untersuchung dar, und ich habe oft daran gedacht, dieselbe vorzunehmen, habe aber bis jetzt noch keine Beobachtungen gemacht. Aufser der Leichtigkeit des Beobachtens und dem Vortheil, dafs man Licht von jedem Brechbarkeitsgrad besonders untersuchen kann, scheinen die mittelst empfindlicher Media zu erlangenden Resultate noch deshalb zuverlässiger, weil man dabei frische Augen anwenden kann. Die Versuche des Hrn. Brücke erfordern nothwendig eine beträchtliche Zeit, und es kann zweifelhaft seyn, ob sich das Auge, besonders nach der Zerschneidung, währenddefs nicht verändert habe, und ob die so erhaltenen Resultate sich auf das Auge, wie es im lebenden Thiere existirt, anwenden lassen.

II. *Ueber die Verdampfung der Flüssigkeiten; von Hrn. Marcet.*

(Ein Schreiben an Hrn. Arago, *Compt. rend. T. XXXVI, p.* 339) [1]).

In einem an Sie gerichteten und in die *Compt. rend.* für Oct. 1851 eingerückten Briefe schreibt Hr. De la Rive

1) Vollständig findet sich diese Arbeit in der *Biblioth. univers. April* 1853. P.

die Entstehung der grofsen Gletscher, welche muthmafslich auf der gegenwärtigen Oberfläche unserer Erdkugel vorhanden waren, der Erkaltung zu, welche, nach dem Hervortreten der jüngsten Gebirgsformationen Europa's, durch die Verdampfung des sie bedeckenden Wassers erzeugt ward, — eine Verdampfung, welche nach der Meinung dieses Physikers intensiver seyn mufste, als das verdampfende Wasser nicht eine flüssige und ebene Oberfläche besafs, wie vor dem Heraustreten jener Formationen, sondern gemengt war mit verschiedenen fremdartigen Stoffen, mit erdigen und sandigen, welche es schwebend erhielten oder es in ihren Poren aufnahmen. Diese sinnreiche Idee hat mich veranlafst, einige Versuche anzustellen, um zu sehen, welche Umstände die Verdampfung der Flüssigkeiten, besonders die des Wassers, abzuändern vermögen. Folgendes sind die Hauptresultate, zu denen ich gelangte.

1. Eine Flüssigkeit, wie Wasser oder Alkohol, in einem offenen Gefäfse der Luft ausgesetzt, ist immer kälter als die umgebende Luft. Der Unterschied zwischen der Temperatur der Flüssigkeit und der der umgebenden Luft ist, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, von der Temperatur dieser Luft abhängig. Je höher diese Temperatur, desto gröfser jener Unterschied. Zwischen 45 und 50° C. z. B. beträgt der Unterschied für Wasser 5 bis 6° C.; zwischen 20 und 25° fand ich ihn zu 1°,25 bis 1°,5; und zwischen 5° und 0° blofs zu einigen Zehntel-Graden.

2. Die Verdampfung einer Flüssigkeit ist, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, verschieden nach der Natur des Gefäfses, welches sie enthält. Wasser und Alkohol z. B. verdampfen aus gefirnifsten Porcellangefäfsen schneller als aus ganz ähnlichen Gefäfsen von Glas oder Metall. Sowohl bei diesen, als bei den folgenden Versuchen waren die nöthigen Vorsichtsmafsregeln getroffen, um sich zu versichern, dafs die besagten Unterschiede nicht oder wenigstens nicht grofsen Theils dem Einflufs der Ausstrahlung der Gefäfswände oder einem Unterschiede ihres Leitungsvermögens zugeschrieben werden konnten.

3. Die Temperatur einer Flüssigkeit ist verschieden nach der Natur des Gefäſses, in welchem es sich befindet, mögen auch die Gefäſse von gleicher Gröſse und Gestalt seyn. Hat z. B. die äuſsere Luft eine Temperatur von 15 bis 18°, so ist das Wasser in einem Metallgefäſs durchschnittlich 0°,3 wärmer als in einem gefirniſsten Porcellangefäſs und 0°,2 wärmer als in einem Glasgefäſs. Bei höherer Temperatur der umgebenden Luft, sind diese Unterschiede beträchtlich gröſser. In allen Fällen scheinen sie die natürliche Folge davon zu seyn, daſs Gefäſse die Eigenschaft haben, je nach ihrer Natur, die Verdampfung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten zu beschleunigen oder zu verzögern. In jedem Fall muſs nämlich die Menge der fühlbaren Wärme, welche einer flüssigen Masse entzogen wird, oder, anders gesagt, die Verdampfung derselben, proportional seyn der Menge des gebildeten Dampfs.

4. Wenn alle übrigen Umstände dieselben bleiben, namentlich die Oberflächen der Flüssigkeiten vollkommen identisch sind, scheint die Masse oder Tiefe der Flüssigkeit, innerhalb gewisser Gränzen, auf die Verdampfung beschleunigend einzuwirken.

5. Wasser, welches so viel Seesalz als das Meerwasser enthält, verdampft weniger rasch und erzeugt demnach durch seine Verdampfung weniger Kälte als süſses Wasser unter gleichen Umständen.

6. Wasser in einem Gefäſs von irgend welcher Natur gemengt mit einem kieseligen Sand, und zwar so, daſs es ihn noch in einer Schicht von einigen Millimetern Dicke bedeckt, verdampft an offener Luft rascher, als eine gleiche Fläche Wasser ohne Sand. Der Unterschied schwankt, je nach der Natur des Gefäſses, in welchem der Versuch stattfindet, von 5 bis 8 Proc. Alkohol giebt ein ähnliches Resultat; Sägespäne, gemengt mit Wasser, bewirkten denselben Effect, aber in geringerem Grade.

7. Bei Gleichheit aller übrigen Umstände ist die Temperatur einer gegebenen, mit Sand gemengten Wassermenge, die an freier Luft der Verdampfung ausgesetzt

wird, beständig um einige Zehntelgrade niedriger als die Temperatur einer gleichen Wassermenge, die für sich verdampft. Der Unterschied ist, nach der Natur der Gefäfse, ziemlich verschieden, steigt aber selten über einen halben Grad.

Sey es mir schliefslich zu bemerken erlaubt, dafs die in den letzten Paragraphen aufgeführten Resultate die Meinung des Hrn. De la Rive über das Entstehen der vormaligen Gletscher in allen Punkten zu bestätigen trachten. Denn, als erwiesen angenommen, dafs die Verdampfung rascher, und deshalb die erzeugte Kälter gröfser sey, wenn das verdampfende Wasser gemengt ist mit Erde, Sand oder Pflanzenstoffen, für welche seine Theilchen weniger Adhäsion haben als sie Cohäsion unter einander, so wird leicht begreiflich, dafs die Kälte, welche auf der Oberfläche der hervorgetretenen, aber noch sehr feuchten Gebirgsformationen durch die Verdampfung bewirkt ward, gröfser seyn mufste als die, welche dieselbe Verdampfung veranlafste zu der Zeit, wo alle diese Formationen noch in grofser Tiefe unter dem Wasser lagen.

III. *Ueber den Eliasit von Joachimsthal; von W. Haidinger.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus d. Sitzungsbericht. d. Wien. Akad. 1853 Januar).

Hr. Joseph Florian Vogl, k. k. Berggeschworner in Joachimsthal, dessen Aufmerksamkeit und scharfem Auge man es in erster Linie verdankt, dafs der in der Sitzung vom 22. Juli 1852 von unserem hochverehrten Collegen, Hrn. Prof. Zippe bestimmte und beschriebene Rittingerit den Sammlungen und wissenschaftlichen Forschungen der Mineralogen zugeführt wurde, sandte neuerdings ein dem Gummi-Erz des Hrn. Prof. Breithaupt nahe verwandtes

Vorkommen von der Eliaszeche bei Joachimsthal mit dem ausdrücklichen Wunsche, ich möchte die Bekanntmachung dieser Novität in der kaiserlichen Akademie übernehmen.

Gerne willfahre ich dem unermüdlich aufmerksamen Beobachter; es wäre früher geschehen, wenn ich nicht hätte die sogleich in unserem Laboratorium eingeleitete chemische Untersuchung und ihre Ergebnisse abwarten wollen. Ist auch die Mittheilung, der Natur der Sache entsprechend, bei dem Mangel an regelmäfsiger Krystallbildung und wohl auch an festen Verhältnissen der Bestandtheile, weniger anregend, so bleibt es doch immer unsere Pflicht, Sandkorn an Sandkorn zu reihen, wo es sich darum handelt, die natürlichen Vorkommen unserer vaterländischen Erzeugnisse zu studiren.

1. *Form.* Plattenförmige Gangtrümmer.

2. *Masse.* Bruch kleinmuschlig bis uneben. Fettglanz in den Glasglanz geneigt. Farbe dunkel röthlichbraun, nur an den dünnsten Kanten in das Hyacinthrothe geneigt. Strich matt, wachsgelb in das Orangegelbe. An den Kanten durchscheinend. Spröde. Härte =3,5 auf der Feile. Ritzt den Calcit, wird vom Flufs geritzt. Gewicht =4,086, 4,237, 4,163 in drei Versuchen, Mittel =4,129. Beides nach Hrn. Victor Ritter v. Zepharovich.

Zur Vergleichung mögen die von Hrn. Prof. Breithaupt für das Urangummi verzeichneten Eigenschaften angeführt werden.

Porodisch, opalartig. Fettglanz. Farbe röthlichgelb, gelblich- und röthlichbraun. Strich pomeranzen- bis strohgelb. Durchscheinend bis an den Kanten. Nierenförmig und derb. Bruch muschlig. Sehr leicht zerspringbar. Der Körper dem Gummigutt sehr ähnlich. Gewicht: 3,986 bis 4,180. Härte 2,5 bis 3,0.

3. *Materie.* Die chemische Analyse im Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt durch den Vorstand desselben, Hrn. Dr. Fr. Ragsky, ausgeführt, gab die folgenden Verhältnisse der Bestandtheile *a.* Zur Vergleichung ist in *b* die Analyse des Gummi-Erzes durch Kersten beigefügt:

	a.	Oxygengehalt.	b.
Uranoxyd . .	61,33		72,00
Kalkerde . . .	3,09		6,00
Eisenoxyd . .	6,63		—
Eisenoxydul . .	1,09	15,06	—
Bleioxyd . . .	4,62		—
Thonerde . .	1,17		—
Magnesia . . .	2,20	Manganoxyd	0,05
Kieselerde . .	5,13		4,26
Kohlensäure . .	2,52		—
Phosphorsäure .	0,84	14,35	2,30
Wasser . . .	10,68		14,75
Arsenik . . .	Spur	und Fluor	Spur
	99,36		99,36

Bei der grofsen Anzahl und zugleich Mannigfaltigkeit der Bestandtheile, und bei dem vollkommen amorphen Zustande des Minerals kann man kaum in die Versuchung kommen, eine chemische Formel bilden zu wollen. So viel ist aus der Sauerstoffmenge der einzelnen Bestandtheile ersichtlich, dafs sich Säuren und Basen gegenseitig nahezu einfach neutralisiren.

Die Probe vor dem Löthrore stimmt nach Vogl nahe mit den Ergebnissen des Urangummi überein und zeigt die Reaction von Uran und Eisen. Das Mineral ist nach Ragsky durch Salzsäure aufschliefsbar und braust mit Säuren. Bei 100° C. verliert es 5,81, bei 300° C. weitere 4,77, zusammen obige 10,58 Proc. Wasser.

4. *Geschichte.* Hr. Berggeschworner Vogl verglich in seinem Briefe das neu eingesandte Mineral mit dem Breithaupt'schen Urangummi [1]). Er hatte es erst für eine dunkle Varietät von Urangummi oder Gummi-Erz genommen, allein da sich Unterschiede doch in fast allen einzelnen Eigenschaften nachweisen liefsen, und auch schon nach den vorläufigen Untersuchungen des Hrn. Apothekers Hugo Göt-

1) Uranisches Gummi-Erz Breithaupt. Charakteristik S. 218. *Guttanus gummiformis* oder Urangummi. Vollständiges Handbuch der Mineralogie, Bd. 3, S. 893.

tel in Karlsbad sich einige Verschiedenheit in der Mischung, namentlich durch den Bleigehalt anzudeuten schienen, so gab er dem neuen Minerale den Namen »*Eliasit*« von dem Fundorte, unter welchem ich es auch hier der Aufmerksamkeit der Mineralogen empfehle.

Gewifs hat der Eliasit sehr viele Analogie mit jenem Gummi-Erz, wenn er sich auch namentlich dadurch unterscheidet, dafs er gar nicht wie Gummigutt aussieht, was in der That in höchst auffallender Weise nach einem in dem hiesigen k. k. Hof-Mineralien-Cabinete aufbewahrten Stücke des Gummi-Erzes von Johann-Georgenstadt der Fall ist. Der Eliasit hat vielmehr ein dunkles pechartiges Ansehen. Sollten sich vielleicht, was nicht ganz unmöglich ist, Zwischenglieder finden, welche durch Abweichungen von beiden in den Eigenschaften und in dem chemischen Bestande eine Vereinigung der beiden amorphen Mineralien andeuteten, so kann man ja später auch für die Namen Vorsorge treffen. Gewifs ist es wünschenswerth, selbst dann schon einen wirklichen einfachen Namen »Eliasit« zu haben, während »Uraugummi« sowohl als »Gummi-Erz« nur zusammengesetzte, daher ein System mit höheren Classificationsstufen »Gummi« und »Erz« andeutende sind.

Nach Hrn. Vogl's Angabe wurde der Eliasit auf dem Fluthergange, der im abendseitlichen Felde der Eliasgrube den Eliasgang durchsetzt und nach Stunde 22 bis 23 streicht, angetroffen. Der Gang führt absätzig und in Linsen Uranerze, ferner Flufs, Dolomit, Quarz und Letten, und wird gegenwärtig auf dem Barbarastollen, 80 bis 90 Klafter unter Tage untersucht; es wurde nämlich die alte Strecke aufgesäubert, und ein Uebersichbrechen angehauen, wo auch das in Rede stehende Mineral vorgekommen ist, und zwar in einer linsenförmigen Kluftausfüllungsgestalt von einem Fufs Länge und einem halben Fufs Breite. Die gröfste Dicke betrug einen halben Zoll.

IV. *Notizen.*

1. *Quarzlinse aus dem Alterthum.* — In der letzten Versammlung brittischer Naturforscher zu *Belfast* (1852) berichtete Sir David Brewster über eine Bergkrystall-Linse, welche, was fast unglaublich klingt, in den Ruinen von Ninive aufgefunden worden ist. Er hat sie näher untersucht. Es ist eine plan-convexe Linse von nicht ganz kreisrundem Umfang, dessen Durchmesser von 1,4 bis 1,6 Zoll engl. geht. Die plane Seite wird von einer der sechs natürlichen Säulenflächen gebildet; die convexe Seite scheint nicht in einer Schüssel geschliffen, sondern durch ein Schleifrad oder auf eine ähnliche Weise geformt worden zu seyn. Daher hat die Linse eine ungleichmäfsige Dicke. Ihre gröfste Dicke beträgt 0,2 Zoll, ihre Brennweite 4,5 Zoll. Sie schlofs zwölf Blasenräume ein, die ursprünglich mit Flüssigkeiten oder verdichteten Gasen gefüllt waren, von denen aber zehn wahrscheinlich bei der rohen Behandlung ihrer Bearbeitung geöffnet wurden. Sir David glaubt, dafs diese Linse wirklich zu optischen Zwecken (als Brennglas?) gedient habe (Athenaeum No. 1298).

2. Obwohl die Physik schwerlich je in die Verlegenheit kommen wird, eine genauere Bestimmung der Zahl π zu verlangen, als man sie schon besitzt (durch Dase auf 200, durch Clausen auf 250 Stellen), so mag doch hier bemerkt seyn, dafs Hr. William Rutherford die Rechnung bis auf 440, ja Hr. W. Shanks sogar auf 530 Decimalstellen ausgedehnt hat (*Proceed. of the Roy. Soc.* im *Phil. Mag.* 1853 März).

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Grünstr. 18.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.
Bd. IV. ERGÄNZUNG. St. 3.

I. *Zehnter Nachtrag zu Chladni's Verzeichnisse der Feuermeteore und herabgefallenen Massen (Wien 1819); von Georg von Boguslawski.*

(Schluſs von S. 155.)

II. Nachrichten von herniedergefallenen meteorischen Massen.

1. Meteorsteine (von 1835 bis ult. 1850).

1835 Januar 18: Meteorstein von *Löbau* in der kön. sächsischen Oberlausitz. Nach einer Mittheilung vom Prof. Dr. Ficinus (Erdmann's Journ. f. pract. Chemie Bd. V. (1835) p. 41) berichtet hierüber ein Augenzeuge, Herr v. Gersheim: »Am 18. Januar ging ich auf der nördlichen Seite des Löbauer Stadtgrabens spazieren, als ich in bedeutender Höhe (zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags) ein Meteor, so groſs, wie ein Hühnerei bemerkte. Mit auſserordentlicher Schnelligkeit bewegte es sich zur Erde, und fast in demselben Augenblicke, wo ich es bemerkte, zersprang es, nahe dem Boden mit einem geringen Knalle, ziemlich ähnlich dem einer zerplatzenden Kälberblase. Vor dem Zerspringen zeigte das Meteor ein weiſsrothes Licht: aber die Stücke brannten, nachdem sie den Boden berührt hatten, mit heller, weiſser und funkensprühender Flamme. Nachdem das Sprühen aufgehört hatte, entwickelte sich ein starker, unangenehmer Geruch, ungefähr ähnlich dem bei einer Auflösung von Zink und Schwefelsäure. Ein herbeigeeilter Schmiedegesell aus der nahen Schmiede griff schnell nach einem der Stücke, behielt aber, indem er sich daran verbrannte, nur die jedes Stück äuſserlich rund umgebende pulverartige Masse in den Händen. Mit möglichster Vorsicht suchte ich die übrigen in den Boden etwas eingedrungenen und angeschmolzenen Stücke mit meinem Messer

vom Boden zu lösen; doch zerstäubte sogleich die äufsere, rothe Masse. Die Stücke blieben ziemlich lange warm und behielten den erwähnten Geruch noch lange nach dem Erkalten. Die gröfsten Stücke von der Gröfse einer Wallnufs lagen nahe beisammen; die übrigen waren nach dem Erkalten so grofs als Erbsen und auf einem Raum von ungefähr 5 Schritt zerstreut. Das Wetter war heiter und nicht ungewöhnlich.« Dieser Meteorstein ist schlackig, porös, die Blasenräume sind mit rothem Pulver, ähnlich dem Rotheisenrahm überzogen: wo dieses fehlt, zeigt sich die Masse eisenfarbig, metallisch glänzend, an einigen Stellen zu sehr kleinen Kugeln geschmolzen. Das Pulver wird durch den Magnet angezogen: eine Analyse ist mir nicht bekannt.

1835 November 13. 9 Uhr Ab.: Meteorstein von Simonod (*Dep. de l'Ain*), Partsch No. 2. Es ist wohl anzunehmen, dafs die von Hrn. Millet d'Aubenton an Hrn. Arago übersandten beiden Bruchstücke von einer mit Detonation zersprungenen Feuerkugel herrühren, und nicht Producte einer der November - Sternschnuppen sind, obwohl an diesem Tage das November-Phänomen an vielen Orten beobachtet worden ist. — Ueberdiefs hat Hr. Millet zu der oben angegebenen Zeit eine Feuerkugel beobachtet, welche in dem Orte Belmont (Simonod) zersprang und zwar über Häusern und Strohdächern, die es entzündete (*l'Instit. No.* 141 und Partsch: Die Meteoriten etc. S. 14). Nach Millet haben die Bruchstücke im Allgemeinen das Ansehen von Obsidian; der Magnet zieht kleine Metallkügelchen davon aus, bestehend aus Eisen, Schwefel, Kupfer, Arsenik und Silber (?), sowie Spuren von Nickel und Chrom (*l'Inst. No.* 141 u. Pogg. Ann. Bd. 36, S. 562 u. Bd. 37, S. 460). Damour aber fand in diesem Meteorsteine: Kieselerde, Eisenoxyd, Kupferoxyd, Schwefel, Kohle und Kalk (Partsch a. a. O. S. 15). Das specif. Gew. beträgt nach C. Rumler 1,35 und ist mithin das geringste von allen bekannten Meteorsteinen, indem das des Steines von Alais 1,70 ist. —

1836? Meteorstein vom *Plattensee* in Ungarn, s. die näheren Nachrichten Sadler in Oesterr. Bl. f. Literatur 1847 No. 86, S. 343).

? 1836 September 18. Vormittag 10 Uhr zerplatzte eine aus der Luft gefallene Feuerkugel über dem Glockenthurme der Kirche Monte Oliveto in *Florenz*, brach das große Gesimse derselben ab, riſs das daselbst befindliche eiserne Kreuz heraus und warf es auf ein nahes Feld darnieder. Nach dem Zerplatzen theilte sich die Kugel in mehrere andere Feuerkugeln, die alsdann in das Innere der Kirche eindrangen (Pogg. Ann. Bd. 39, S. 223). Benzenberg setzte Dem, der ihm nähere Auskunft über diesen vermeintlichen Steinfall geben könnte, seine Schrift »Ueber die Sternschnuppen« als Preis aus. Es erwies sich aber später, daſs es nur ein starkes Gewitter gewesen sey (ib. Bd. 40, S. 160).

1836 November 11. (nicht December 11.) wie Berthou in der Pariser Akademie 1837 Aug. 14. berichtet) 5 Uhr Morgens (nach Anderen 11½ Uhr Ab.) fielen bei dem Dorfe *Macao* am Flusse Assu in der Provinz Riogrande del Norte in *Brasilien* nach dem Erscheinen einer an Glanz und Gröſse ungewöhnlichen Feuerkugel, welche mit groſsem Krachen zersprang, in einem Umkreise von 3 Meilen Durchmesser eine ungeheuere Menge von Steinen nieder, in einer sonst fast ganz steinlosen Gegend. Nach Berthou schlugen die Steine in viele Häuser ein, drangen mehrere Fuſs tief in den Sand, richteten aber weiter keinen Schaden an, als daſs sie einige Ochsen verwundeten. Die einzelnen aufgelesenen Stücke sollen 1 bis 80 Pfd. gewogen haben. Berthier wollte die übersandte Probe dieser Meteorsteine analysiren (*Compt. Rend. t. V, p.* 211 u. Pogg. Ann. Bd. 42, S. 592). Das Resultat derselben ist mir bis jetzt nicht bekannt. Partsch giebt in seiner schon mehrfach erwähnten trefflichen Schrift unter No. 69 (S. 81) eine Beschreibung des äuſsern Habitus des in dem k. k. Mineralienkabinets zu Wien befindlichen Fragments der Meteorsteine von Macao: »Fast dunkel aschgraue, mit

23*

einer grofsen Menge von Rostflecken durchsäete, sehr feste Grundmasse, mit undeutlichen kugeligen Ausscheidungen; mit einer *grofsen Menge* meist fein eingesprengten metallischen Eisens und viel sehr fein eingesprengtem Magnetkies; matte oder schwach schimmernde, meist stark verrostete, zuweilen verschlackte Rinde.« — Nach Partsch sind die gefallenen Massen klein gewesen, meist von der Gröfse eines Taubeneies. Das spec. Gew. ist wegen des vielen eingesprengten metallischen Eisens mit das gröfste unter allen Meteorsteinen, nämlich 3,72 bis 3,74. —

? 1836 November 22. Vermuthlicher Steinfall in *Schlesien*, nachdem man bei heiterem Himmel ein grofses Getöse in der Luft wahrgenommen hatte (Schles. Zeitg. 1837 Jan. 6).

1837 Januar 15. 5 Uhr Ab. fiel zu Mikolowa im Szalader Comitat ein noch glühender Meteorstein herab. (Schles. Zeitg. 1837 Febr. 6. u. Sadler a. a. O.).

1837 Mai 5. zwischen 3 und 4 Uhr Nachm. Feuerkugel und Meteorsteinfall zu *East-Bridgewater* (Mass.). Es zeigte sich Anfangs ein Lichtschweif, der bis auf ein Feld sich herabsenkte; die Kugel schien zu zerplatzen, ehe sie auf die Erde gelangte. Es wurden 9 Steine gefunden, die noch *heifs* waren: der gröfste wog $\frac{1}{4}$ Pfd. Die Steine schienen verglas't, wie vom raschen Abkühlen; ihr Aeufseres war schwarz und glänzend, aber das Innere grau und voll Höhlungen. Die Steine glichen der Lava, oder Hochofenschlacken. Das spec. Gew. beträgt im Mittel 2,159 (Sillim. Amer. Journ. Bd. 32, S. 395 cit. Bost. Dayly Advertiser 1837 Juni 10).

1837 Juli 24. 11$\frac{1}{2}$ Vorm. Meteorstein von *Grofs-Divina*, nächst Budetin im Trentschiner Comitate in *Ungarn* (Partsch No. 66). Ueber diesen Steinfall s. Augsb. Allgem. Zeitg. von 1837 Aug. 27. u. Leonh. Jahrb. f. Mineral. (1840 S. 89). Nach Partsch gehört er durch seine Form und Ueberrindung und durch die Eindrücke an einem Theile seiner Oberfläche zu den merkwürdigsten Meteorsteinen, die wir besitzen. Seine Beschreibung ist folgende:

»Zwischen dunkel- und licht-aschgrau schwankende, mit braunen Rostflecken erfüllte Grundmasse, mit einer grofsen Anzahl von kleinen, dunkelgrauen kügligen Ausscheidungen, die auf Bruchflächen aus der Grundmasse zum Theil hervorragen; mit ziemlich viel fein eingesprengtem metallischen Eisen und höchst fein eingesprengtem Magnetkies; matte theils ziemlich glatte, theils höchst rauhe Rinde.« (Partsch a. a. O. S. 79).

1837 im August ist nach verschiedenen Zeitungsnachrichten zu *Esnaude (Dep. Charente inférieure)* ein 3 Pfd. schwerer Meteorstein gefunden von einem Volum von 8 Kubikzoll; bei seinem Herabfallen zersprang er in mehrere Stücke.

1838 October 13. 9 Uhr Morgens. Meteorsteinfall von *Cold Bockeveld* am *Cap der guten Hoffnung* (Partsch No. 3). Dieser Fall ist merkwürdig sowohl wegen der Gröfse und Anzahl der niedergefallenen Steine, als auch wegen der ihn begleitenden Umstände. Ein Augenzeuge Mr. Thompson berichtet hierüber: »Am Morgen des 13. October gegen 9 Uhr fand ein Meteorsteinfall in dem Cold Bockeveld bei Tulbagh, 70 engl. M. von der Capstadt am Vorgebirge der guten Hoffnung statt: er war von einem furchtbaren Geprassel begleitet, viel stärker, als die stärkste Artilleriesalve. Diese Detonation ward von Cap Flats bis an das Ufer des Grand Karroo und von Clan Williams bis zum Ufer des Zondevend bei Swellendamm gehört. Diejenigen, welche ferner waren, verglichen das Getöse mit dem eines von einem hohen Berge herabstürzenden Felsens, so z. B. in Worcester, 40 engl. M. von dem Phänomene entfernt. Mehrere Personen empfanden zu derselben Zeit ein sonderbares Gefühl, hauptsächlich an den Knien, als wenn sie elektrisirt wären. Im Augenblicke der Explosion sah ich eine Feuerkugel von Westen kommen, von der Gestalt einer Congreve-Rakete. Sie zerplatzte beinahe unmittelbar über meinem Kopfe unter dem Anscheine von kleinen Feuerkugeln oder von durchsichtigen Glastropfen. In der Gegend des Phänomenes war

die Luft sehr stark mit Elektricität geladen, hauptsächlich in der Nacht vor dem Falle. Die Menge der niedergefallenen Aerolithen kann nicht genau angegeben werden, ist aber wohl im Ganzen auf mehrere Hunderte von Pfunden an Gewicht zu schätzen. Einige dieser Steine fielen dicht vor einem Hottentotten nieder; der Fall vertheilte sich auf drei Punkte in einem Raume von 40 Quadratyards. Mehrere zerbrachen auf dem harten Bodengesteine in kleine Stücke: andere fielen in weichen Boden und sanken ein.« (*South African Commercial Advertiser of* 1838 Novbr. 27).

Nach einem andern Berichte waren diese Steine so mild, dafs man sie mit dem Messer schneiden konnte. Die Anfangs weichen Steine wurden aber später fest. Eine Probe dieses Steines wurde von Sir John Herschel nach England an Hrn. Prof. Faraday geschickt; dieser hat sie auch analysirt und darin gefunden (*Lond. etc. Philos. Magaz.* 3 *Ser. Vol. XIV, p.* 368 u. 391):

Kieselerde	28,90
Eisenoxydul	33,22
Talkerde	19,20
Thonerde	5,22
Kalkerde	1,64
*Nickel*oxyd	0,82
*Chromo*xyd	0,70
Schwefel	4,24
Kobalt u. Natron	Spur
Wasser	6,50
	100,44.

Das spec. Gew. beträgt nach Faraday: 2,94
» » » » C. Rumler: 2,69.

Dieser Stein gehört zu der Klasse von anomalen Meteorsteinen, von welchen Partsch folgende Charakteristik giebt: »Gediegenes Eisen und Schwefeleisen sind darin entweder gar nicht vorhanden, oder in so geringer Menge, dafs man sie in der gepulverten Substanz nur mittelst des Mikroskops zu entdecken vermag.« Aufser den Steinen

von Cold Bockeveld gehören noch folgende Steine zu dieser Gruppe: die von Alais, Chassigny, Allport, Simonod.

1839 Februar 13. zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags: Meteorsteinfall von *Little Piney* (Missouri). Er fand bei völlig heiterem Himmel und unter Begleitung einer Feuerkugel statt. Ausführliche Nachrichten hierüber findet man in Sillim. Americ. Journal Vol. 37 p. 385, Vol. 39 p. 254 u. 2 S. Vol. VI, p. 407. Aus ihnen entlehne ich folgende Notizen: Man nahm zuerst ein brausendes Geräusch wahr, welches von einem dunkel gefärbten Körper herrührte; dieser bewegte sich langsam von N.W. nach S.W. und war theilweise in Rauch eingehüllt; er nahm seinen Lauf horizontal nur 100 Fufs über den Bäumen und hatte nach einigen Augenzeugen die Gestalt und Gröfse eines Blasebalges, nach Anderen die einer Trompete; das *breite* Ende befand sich an dem *vorderen* Theile. Es folgte ihm ein sehr langer Lichtschweif; sodann hörte man zwei rasch auf einander folgende Explosionen, gleichsam als ob zwei Kanonenschläge beinahe in demselben Augenblicke gelöst würden. Zwei Feldarbeiter sahen den Stein auf die Erde fallen, ungefähr 200 Yards von dem Punkte, wo sie standen, an dem Fufse eines Hügels bei dem Gasconade river, 10 miles von Little Piney. Der Stein war an einem Eichenstamm von 18″ Durchmesser an der südwestlichen Seite desselben herabgestrichen und hatte ihn verstümmelt, aber nicht zertrümmert. Ein späterer Besucher dieses Platzes fand noch kleine Partikelchen des Steines an dem Stamme anhaften und das ganze Holz in der Nähe des Risses (durch den Meteorstein verursacht) hatte das Ansehen, als ob es durch Schiefspulver gesprengt sey. Einige Stücke von dem Steine wurden in einiger Entfernung von dem Baumstamme gefunden. Das Gewicht betrug wenigstens 50 Pfd.: Einige geben es bis 150 Pfd. an. Die Rinde des Steines hat eine dunkelbraune Farbe und die Dicke von starkem Papier. Shepard hat eine Probe von diesem Steine untersucht und als nähere Bestandtheile des Steines gefunden:

Olivinoid	40
Howardit	40
Gediegen Eisen / Schwefeleisen	15
Anorthit	5
Apatit	Spur
	100.

1839 Anfang November: Muthmafslicher Meteorsteinfall auf dem Gebirge *Nopalera* in *Mexico* (s. S. 86).

1839 November 29: Muthmafslicher Aërolithenfall in Italien (s. S. 87).

1840 Juni 12. fiel zwischen 10 und 12 Uhr Vormittags bei *Uden* in Nordbrabant ein Meteorstein mit heftiger Detonation bei heiterem Himmel und hellem Sonnenscheine herab. Der Stein schlug 15 Centimeter tief in einen Fufspfad ein und war beim Anfühlen noch heifs (Pogg. Ann. Bd. 59, S. 348).

1840 Juli 17. 7½ Uhr Morg. hörten die Astronomen auf der Sternwarte Brera im Mailändischen einen donnerähnlichen Knall, welchen sie sogleich dem Falle eines Meteorsteines zuschrieben. Nach Aussage von Bewohnern der Umgegend von Mailand sah man zu derselben Zeit drei leuchtende Meteore von weifslicher Farbe: zwei kleinere und ein sehr grofses. Sie zogen von Ost nach West; bald darauf hörte man einen Knall, wie von einem Kanonenschufs. Auf dem Gebiete von *Ceresetto* (Provinz Casal Montferrat in Piemont) fiel ein Meteorstein von 10 Pfd. 22 Unz. Gewicht auf die Erde, in welche er 20″ tief eindrang. Zwei andere Steine fielen in der Nähe nieder wurden aber nicht aufgefunden (*Compt. Rend. t. XI, p.* 243 u. Pogg. Ann. Bd. 50, S. 668).

1840 ? Meteorstein in der Kirgisensteppe am Flusse Karokol; er ist 8″ lang und im Besitze der naturforschenden Gesellschaft zu Moskau (Partsch a. a. O. S. 143).

1841 Februar 25. 3 Uhr Nachm.: Niederfall eines Bolid zu *Chanteloup* in Frankreich. Es fiel auf das Dach eines Kelterhauses und setzte dasselbe in Brand; drei Gebäude brannten zu Bois au Roux nieder. Dasselbe Phänomen

wurde in Parma als Feuerkugel gesehen (*Compt. Rend. t. XII, p.* 514).

1841 März 22. 3½ Uhr Nachmittag: Meteorsteinfall von *Seifersholz* bei *Grünberg* in *Schlesien.* Um die angegebene Zeit vernahmen Arbeiter aus Heinrichau auf dem Terrain des Dominium Seifersholz (Kreis Grünberg) drei starke Donnerschläge, gleich Kanonenschüssen, während bei fast ganz heiterem Himmel eine einzige weifse Wolke sich im Zenith zeigte. Unmittelbar darauf erhob sich ein starkes Sausen in der Luft, das von Westen herzukommen schien. Es wurde stärker, je näher es kam und dauerte ungefähr 5 Minuten an. Endlich hörten sie einen schweren Körper niederfallen, wie wenn man einen Stein auf die Erde wirft: sie gingen nun der Richtung des Tones nach, und einer von ihnen bemerkte in 100 bis 150 Schritte Entfernung, dafs die Erde dort aufgelockert war. Sie fanden auch wirklich dort einen ½ Fufs tief eingeschlagenen Stein, der aber ganz kalt war. Die Explosion ist in Sagan, Züllichau, Neusalz, Schlawe und an mehreren anderen Orten gehört worden: eine Feuererscheinung will man in Heinersdorf bei Sagan gesehen haben. Das Getöse war nach den übereinstimmenden Aussagen Aller von dem Gewitterdonner wesentlich verschieden. Die Lufttemperatur war +10° und eine Aenderung nach dem Phänomene ward nicht bemerkt. Die Beschreibung des Steines von Weimann (Pogg. Ann. Bd. 53, S. 171) und von v. Glocker (Schles. Provinz.bl. April 1841) ergiebt, dafs dieser Stein ein wirklicher Meteorstein gewesen sey; er ist hiernach das Fragment eines gröfseren und hat eine unregelmäfsig, längliche Gestalt: die eine Seite zeigt die den Aërolithen eigenthümliche, schwarze Rinde, die drei anderen Seiten weisen Bruchflächen, die von den Meteorsteinen von Tipperary und Limerick nicht zu unterscheiden sind. — Der ganze Stein wiegt 2 Pfd. 9 Lth. — Er hat nach v. Glocker eine grofse Aehnlichkeit mit den Steinen von Stannern: dieselbe feinkörnige, undeutlich doloritische Grundmasse und als ebenfalls vorherrschende Gemengtheile, ein blaulichgraues Mineral und ein eingesprengtes schmutzig gelb-

lich weifses; nur ist der Stein von Seifersholz weit reicher an Meteoreisen. Die ganze Bruchfläche ist an den meisten Stellen voll dieser stahlgrauen, metallisch glänzenden Parthien (dagegen findet sich Magnetkies selten in ihm); daher ist auch sein spec. Gew. ein bedeutendes, nämlich 3,1 bis 3,2. Später ward noch ein zweites Stück, 11½ Loth schwer, gefunden von einem spec. Gew. =3,69 bis 3,73; es gehört der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur (Bresl. Zeitg. 1841 No. 174 u. Pogg. Ann. Bd. 52 S. 495 u. Bd. 53 S. 172). —

Dieser Stein von Grünberg ist der zweite in Schlesien wirklich aufgefundene: der erste war der von 1636 März 6. zwischen Sagan und Dobrow (Lucae Schles. Chron. S. 222).

1841 Juni 12. 1½ Uhr Nachmittags: Meteorsteinfall von *Château-Renard* (Dep. du Loiret) in Frankreich (Partsch No. 46). Man hörte um die obige Zeit zu *Château-Renard* und 3 lieues im Umkreise eine heftige Explosion bei völlig wolkenfreiem Himmel: mehrere Personen sahen eine Feuerkugel von S.W. nach N.O. ziehen; erst 2 Tage darauf fand man die Steine (50 der Anzahl nach) in zwei kreisrunden 25 Schritte von einander entfernten Löchern auf Grund und Boden der Gemeinde Triguère. Das Gesammtgewicht dieser Aërolithen betrug 30 Kilogramme. — Dufrènoy hat diesen Meteorstein analysirt, und das Resultat seiner Untersuchungen ist folgendes: Dieser Aërolith scheint in einer grofsen Höhe über dem Boden zerplatzt zu seyn; in Folge dieser Explosion hat er sich in mehrere Stücke zertheilt, von denen man nur 2 in der Entfernung von 40 Schritt von einander hat niederfallen sehen. Eines von diesen zersprang bei dem Anstofs auf dem Boden in eine Menge kleiner Splitter; das andere grub sich 20 Centimeter tief in den Boden ein und zerspaltete nur in wenige Stücke. Die äufsere Oberfläche dieses Steines ist mit der schwarzen Rinde bedeckt, welche man auf allen Steinen der Art findet. Sein Bruch ist körnig; in seiner äufseren Beschaffenheit bietet dieser Meteorstein grofse Aehnlichkeit mit dem Trachyt dar: er ist hellgrau und besteht aus krystallinischen Theilchen, welche sich

kreuzen, wie bei den vulkanischen Porphyren. Blättchen von *regulinischem Eisen* sind gleichmäfsig in der ganzen Masse vertheilt und zeigen deutlich den meteorischen Ursprung an. Mit einer starken Loupe erkennt man in ihm zwei verschiedene Mineralien: das eine ist unvollkommen blättrig und zeigt an einigen Stellen Streifen, analog denen des Albit und Labrador: das andere mit Glasglanz könnte für Quarz gehalten werden, wenn zahlreiche Beobachtungen uns nicht lehrten, dafs dieses Mineral weder in Vulkanen (?), noch in Meteorsteinen sich vorfindet. — Aufser diesen beiden Mineralien unterscheidet man kleine schwarze, glasige Pünktchen, analog dem *Perlit*: sie sind offenbar ein Schmelzproduct und enthalten in ihrem Innern graue Parthien, welche durch die Hitze nicht verändert sind und der Grundmasse gleichen; endlich bemerkt man einige glänzend schwarze Blättchen, besonders in den Adern, welche die ganze Masse durchziehen. Das mittlere spec. Gew. des ganzen Steines ist 3,56 (nach C. Rumler 3,54), das des metallischen Eisens 6,48. Vor dem Löthrohr reducirt sich der Stein gleich Anfangs zu einer schwarzen, porösen Schlacke, in Allem der äufseren Rinde ähnlich, — ein Beweis mehr, dafs die äufsere Rinde ein Schmelzproduct der äufseren Theile ist, welche durch ihre Berührung mit unserer Luft in einer hohen Temperatur sich oxydirt haben. Dufrénoy hat drei Analysen dieses Steines angestellt; das Mittel aus diesen ergiebt folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	38,13
Talkerde	17,67
Eisenoxydul	29,44
Manganoxydul	Spur
Thonerde	3,82
Kalkerde	0,14
Metall. Eisen	7,70
Nickel	1,55
Schwefel	0,39
Kali	0,27
Natron	0,86
	99,97.

Die näheren Bestandtheile sind:

Nickeleisen	9,25
Peridotähnliches Mineral (löslich)	51,62
Unlösliches Mineral	38,17
Schwefeleisen	0,67
	99,71.

cf. über diesen Meteorstein *Compt. Rend. t. XII, p.* 1190 u. 1230, *t. XIII, p.* 47. 88 u. Pogg. Ann. Bd. 53, S. 411.

Nach C. Rammelsberg (Pogg. Ann. Bd. 60 S. 137) ist in diesem Meteorstein 6,31 *Albit* und 31,86 *Hornblende*, nämlich in 100 Th.: 16,54 Albit und 84,74 Hornblende; also in dem Verhältnifs = 1 : 5, wie bei dem Steine von Blansko.

1841 Juli 17. Aërolith in Mailand (*Quetel. Nouv. Catal. p.* 61). —

? 1841 August 10. Vermeintlicher Steinfall bei *Iwan* in *Ungarn.* — 1841 Aug. 10. gegen 10 Uhr Ab. fielen bei ruhiger Luft, aber bedecktem Himmel, nach einem Berichte von Hrn. Dr. v. Reichenbach in No. 276 der Wiener Zeitung von 1841 und daraus in der Augsb. Allg. Zeitg. 1841 No. 293 u. 294 (Beilage) in dem Dorfe Iwan in Ungarn bei einem äufserst heftigen Platzregen und mit ihm eine ungeheuere Anzahl von hageläbnlichen Körnern von der Gröfse eines Mohnkornes bis zu der einer Haselnufs. Dr. von Reichenbach berechnete ihre Anzahl auf 350000 Mill. Steinchen von einem Gewicht von 350000 Centner und schliefst hieraus und aus dem Umstand, dafs der Boden, auf welchem sie gefunden wurden, keineswegs ihr ursprünglicher Mutterboden war, — dafs sie *meteorischen* Ursprunges seyen. Diese Körner glichen ganz und gar denen des *Bohnerzes;* Dr. von Reichenbach sprach sogar die etwas sehr kühne Vermuthung aus, dafs *alle* Bohnerze vom Himmel gefallene Meteorkörper seyen, und dafs wir den neptunischen, vulkanischen und plutonischen nun auch noch *jovische* Gebirgsformationen anreihen könnten. Die chemisch-mineralogische Untersuchung C. Ram-

ler's (Pogg. Ann. Bd. 54 S. 279) und die mikroskopische Ehrenberg's (ib. S. 284) zeigen aber auf das Evidenteste, dafs diese fraglichen Körner nichts Anderes seyen, als *Seeerz-Körner,* welche nach Rumler und v. Schreibers durch irgend ein tellurisches Meteor (Wind- oder Wasserhose) aus den Seen und Sümpfen der Umgegend in die Höhe gehoben und in der Gegend von Iwan wieder herniedergefallen seyen. Die untersuchten Körner (Rumler hatte gegen 50 Wiener Pfund davon zur Untersuchung erlangt) zeigten im Aeufseren vollkommene Aehnlichkeit mit dem Seeerz, ebenso aber auch in ihrer chemischen Zusammensetzung aus Eisenoxydhydrat, Manganoxydul, Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, Phosphorsäure, nebst Spuren von Kalkerde, Schwefelsäure und Kohlensäure (s. Berzelius Jahresber. XIX, p. 223).

Ehrenberg fand bei seinen höchst genauen und scharfen Untersuchungen mit den vorher durch Schlemmen von den eingemengten Quarzkörnern gereinigten Proben ein feines schwarzes Fragment eines Pflanzenkörpers, welches er als *Fichtenholz* erkannte: in einigen anderen fand er Theilchen einer entschieden dykotyledonen Pflanze. Auch Ehrenberg erkannte die äufsere Aehnlichkeit dieser Körner mit denen des Bohnerzes, nur sey dieses etwas schwerer: aber er habe dieselbe concentrisch-schaalige Absonderung gefunden. Das Eisen befinde sich in den Iwaner Körnern in secundärem Zustande (als Gallionella ferruginea). Auch er glaubt, dafs diese Körner durch eine Wasserhose an den Ort ihres Niederfallens geführt worden seyen. Ganz evident wird aber der *nicht-kosmische* Ursprung dieser Körner von Iwan durch eine spätere Untersuchung einer von dem Fundorte nach Wien gebrachten Scholle von Seiten des k. k. Mineralienkabinets, woraus hervorgeht, dafs besagte Körner schon lange vor dem 10. August in der Scholle des dreijährigen Kleefeldes enthalten waren, indem sie bis zu einer Tiefe von 12″ im Boden gefunden wurden (Pogg. Ann. Bd. 54, S. 442).

Wenn ich diesen Fall hier unter die Nachrichten über

Meteorsteine eingereihet und mich länger dabei aufgehalten habe, so geschah es nur, um ein Vorurtheil zu zerstreuen, welches man noch häufig genug findet und welches diese Massen für wirklich *meteorisch* hält. —

1841 November 5. Meteorsteinfall zu *Bourbon* in der Vendée; es fiel ein Stein, der 11 Pfd. wog. Nähere Nachrichten sind mir nicht bekannt (Partsch a. a. O. S. 144).

1842 April 26. 3 Uhr Nachm. Meteorsteinfall zu *Pusinsko-Selo* bei *Milena* in *Croatien*; ein Stück von 2½ Pfd. Gewicht wurde auf einem Acker gefunden, ½ Meile davon ein anderes. Die Explosion erfolgte in mehren Absätzen, wie schwerer Geschützdonner; das Getöse dauerte 15 Minuten (Pogg. Ann. Bd. 56, S. 644). Nach Partsch (No. 39 S. 56) ist die Grundmasse lichtaschgrau mit braunen Rostflecken, undeutlichen, etwas dunkleren kugeligen Ausscheidungen, ziemlich viel fein und mittelfein eingesprengtem metallischen Eisen und sehr fein eingesprengtem Magnetkies; er hat eine matt oder schwach schimmernde Rinde, gehört somit zu den gewöhnlicheren Meteorsteinen.

1842 August 5. 5 Uhr Ab. hörten einige Arbeiter zu *Harrowgate* in *England* während eines heftigen Sturmes mit häufigem Blitzen in S.W. ein Pfeifen in der Luft, und zu derselben Zeit sahen sie in einiger Entfernung einen schwarzen Gegenstand niederfallen: man erkannte ihn als einen grofsen Meteorstein, ähnlich dem vor einigen Jahren in *Cardiffe* gefallenen. Thompson und Montgomery fanden ihn von demselben Aussehen, wie die Basalte von Giants Causeway. Der Stein soll bei seinem Niederfallen heifs gewesen seyn; es fanden sich in ihm silberweifse Partikelchen vor (*l'Instit. No.* 457).

1842 November 30. fiel zwischen Jeetala und Mor Monnee in *Myhee Caunta* in Indien, nordöstlich von der Stadt Ahmedabad ein Steinregen mit Sturm. Eine Probe der niedergefallenen Steine gelangte später an die geographische Gesellschaft zu Bombay und ward vom Prof. Herib. Girand untersucht und als dem Aërolith von Dharwar (1848 Febr. 15.) ähnlich befunden (s. diesen).

Sein spec. Gewicht betrug 3,36 (Edinb. N. Philos. Journ. Vol. XLVII, p. 53).

1843 im März: Meteorsteinfall von *Bishopville* in *Süd-Carolina* (N. A.). Von diesem höchst merkwürdigen Meteorit theilt Upham Shepard folgenden Bericht von Dr. J. C. Haynsworth mit (Sillim. Amer. Journ. 2 S. Vol. VI, p. 411):

» ... Ich bin im Besitze eines Meteorsteines, welcher im März 1843 bei Bishopville in dem nördlichen Theile von Sumter District (in S. Carolina) gefallen ist. Der Lauf dieses Meteores und seine Explosion wurden von mehreren Personen der dasigen Gegend (von 30 bis 40 miles Durchmesser) wahrgenommen; den Niederfall des Steines selbst sahen mehrere Neger. Als diese die dadurch verursachte Höhlung im Boden bemerkten, war ihr Schrecken sehr grofs, noch mehr aber über den unerträglichen Schwefelgeruch, mit welchem die Luft erfüllt war, so dafs sie davon flohen. Am folgenden Morgen jedoch kehrten sie, mit einem Weifsen an der Spitze, zu dem Fleck zurück, und, nachdem sie 3 Fufs tief in dem sandigen Boden gegraben hatten, gelangten sie zu dem Steine. Er hat mehr das Ansehen von Kalkstein, als irgend ein anderer, obgleich er schwerer ist, als ein eben so grofses Stück Kalkstein. Es sind in ihm zahlreiche Partikeln zerstreut, welche Eisenoxyd gleichen; er ist mit einer dunkelglänzenden Oberfläche überrindet, und beim Aufschlagen macht sich ein Schwefelgeruch überwiegend merkbar. Bei dem Zutritt von Luft und Feuchtigkeit im Innern beginnt er sich zu zersetzen, sobald Theile der glasartigen Rinde davon entfernt sind.« Sein Gewicht war 13 Pfund und sein längster Durchmesser (er ist von länglicher, beinahe eiförmiger Gestalt) ist 9''. Da der Stein sehr spröde ist, so ist die Rinde von den Ecken des Steines abgesprungen: da aber, wo sie ihn bedeckt, hat sie im Allgemeinen ein mildes Ansehen; die Farben sind schwarz, weifs, blaugrau, nicht unähnlich gewolktem Marmor. Die schwarzen Theile sind glänzend und obsidianähnlich, die grauen und weifsen gröfstentheils matt:

der Stein ist mit häufigen Spalten durchzogen, welche sich bis weit in das Innere desselben fortsetzen. Die perlweifse Farbe seiner Grundmasse und des feldspathartigen krystallinischen Gemengtheils lassen ihn bei dem ersten Anblicke nur als eine zersetzte Masse von Albit-Granat betrachten; eine nähere Prüfung zeigt aber, dafs sie von jedem irdischen Mineral verschieden ist. Shepard nennt dies Mineral *Chladnit* [1]) und hält es für ein Bisilicat von Talkerde und Natron. Diese Grundmasse wird von kleinen schwarzen Adern durchzogen und schliefst hie und da Körner von Nickeleisen ein. Gelegentlich findet man auch schwarze Körner, selbst Krystalle von *Chromsulphuret* (*Schreibersit*, Shep. oder *Shepardit*, Haid.). Braun gefärbte Schwefelkiese sind durch die ganze Masse, aber in geringer Menge zerstreut; ein eigenthümlich blaues Mineral (*Jodolit*) und ein honiggelbes (*Apatoid*), ebenso *Schwefel* befinden sich in Spuren in dem Steine von *Bishopville*. Im Ganzen zeigt er folgende Zusammensetzung:

Chladnit	90
Anorthit	6
Nickeleisen	2
Schwefelkies, Schwefel Schreibersit, Jodolit und Apatoid	2
	100.

1843 Juni 2, 8 Uhr Abends: Meteorsteinfall von *Blaauwo-Kapel* bei *Utrecht*. Er fiel vor den Augen eines Bauers beinahe senkrecht hernieder und schlug 3 Fufs tief in den Boden ein. Der Stein wog 7 Kilogramme; 3 Tage später ward noch ein Stein von 2,7 Kilogr. Gewicht gefunden. Beide Steine hatten das Ansehen der Steine von l'Aigle und Stannern. Die Detonation wurde 75000 Meter (über 3 Meilen) weit gehört; entferntere Personen hörten ein von West nach Ost sich verbreitendes Geräusch und Pfeifen

1) Ueber die in den Meteorsteinen aufgefundenen neuen Mineralspecies behalte ich mir einige Bemerkungen in meiner gröfseren Schrift vor. D. Verf.

fen in der Luft (Pogg. Ann. Bd. 59, p. 348). Die beiden Meteorsteine haben eine unregelmäfsige, polyedrische Gestalt mit vielen Vertiefungen, und sind mit einer schwarzen Rinde bedeckt. Das Innere der Masse ist körnig und graulich; auch finden sich viele Eisentheilchen darin eingesprengt (*Ac. de Bruxell.* 1843 Juli 8). Hr. Dr. v. Baumhauer hat über diesen Stein eine äufserst vollständige Analyse angestellt und dieselbe in Pogg. Ann. Bd. 66, p. 485 mitgetheilt; sie gehört zu den instructivsten, welche wir über derartige Körper besitzen. — Er fand das specif. Gewicht des ganzen Steines =3,57—3,65 (das des magnetischen Theiles =4,93, das des nicht magnetischen =3,43). Die procentische Zusammensetzung dieses Meteorsteines ist nun folgende;

10,91 *magnetische Theile*, bestehend aus:
- 7,353 Nickeleisen
- 3,557 Silicate
- 10,910.

89,09 *nicht magnetische Theile* bestehend aus:
- 48,181 *in Säuren löslichen Theilen*:
  - 1,788 Nickeleisen
  - 4,898 Schwefeleisen
  - 0,201 Chromeisen
  - 41,294 Olivin (verschieden vom tellurischen)
  - 48,181
- 40,909 *in Säuren nicht löslichen Theilen*:

100,00 89,090.

- 4,838 Olivin
- 0,704 Chromeisen
- 10,980 Albit } identisch mit dem tellurischen Albit und Augit.
- 24,387 Augit }
- 40,909.

Die entfernteren Bestandtheile des Meteorsteines von Utrecht in Procenten sind nun:

Schwefel	1,897
Phosphor	0,005
Eisen.	11,086
Nickel u. Kobalt	1,242
Kupfer u. Zinn	0,025
Kieselsäure	39,301
Eisenoxydul	15,296
Manganoxydul u. Nickeloxyd	0,609
Chromoxyd	0,656
Kupfer- u. Zinnoxyd	0,256
Thonerde	2,252
Talkerde	24,366
Kalkerde	1,480
Natron	1,395
Kali	0,152
	100,000 (?)

1843 Juli 26. 3½ Uhr Nachmittags: Meteorsteinfall von *Manjegaon* bei *Eidulabad* in *Khandeesh* (Ost-Indien). Nach einem durch den englischen Artillerie-Capitän James Abbot verfafsten protokollarischen Bericht der Augenzeugen dieses Meteorsteinfalles an die Asiatische Gesellschaft in Calcutta sind die näheren Umstände desselben folgende:

»3½ Uhr Nachmittags fiel in der Nähe des Dorfes Manjegaon eine wunderbare Kugel« (*ghybee golah*) herab mit einem grofsen Geräusche, welches man 20 Meilen in der Runde hören konnte; beim Aufschlagen war sie in eine Menge Stücke zersprungen, welche weit und breit zerstreut waren. Der aufgefundene Stein fühlte sich kalt an und war schwarz: nach Verlauf eines Tages wurde er blau und später weifs. Eine Lichterscheinung wurde nicht bemerkt: das Loch in der Erde hatte 1½ Spannen im Durchmesser und war 3 Finger breit tief. Die Kugel hatte die Gestalt von einem »*kedgeree pot*« (10″ im Durchmesser); der Himmel war bei dem Falle bedeckt, aber ohne Regen. Der Stein war zwar, wie gesagt, beim Aufschlagen in mehrere Stücke zersprungen, aber es war nur *ein* Stein

gefallen: er war aufsen schwarz und innen gelb. Die untersuchten Proben bestehen hauptsächlich aus einer erdigen, graulich-weifsen, pulverartigen Substanz, an einigen Stellen hellblaugrau gefärbt; sie ist sehr leicht zerreiblich und färbt ab. In der erdigen Masse sind häufig hellgrüne, glänzende Partikeln von Olivin, einzeln und in Nestern, ähnlich dem grünen Glimmer oder Feldspath, eingelagert; an der einen Seite des untersuchten Stückes befand sich eine glänzende, schwarze Rinde ohne metallischen Strich und äufserst dünn und zerbrechlich; überhaupt zeichnet sich dieser Stein durch seine pulverförmige Beschaffenheit aus; das specif. Gewicht beträgt, so weit es bestimmt werden konnte, 4 bis 4,5 (wohl zu hoch) vergl. *Rep. of the Brit. Ass. f.* 1850 *p.* 122 — 126. —

? 1843 August 6. Muthmafslicher Meteorsteinfall zu *Rheine* in *Westphalen.* In der Nacht zwischen 1 und 2 Uhr erschien in S.W. etwa 41° hoch plötzlich eine hellglänzende weifse kugelförmige Scheibe in schlangenförmige Strahlen sich auflösend; 15 Sekunden darauf erfolgte ein dumpfer Donner. Man hat aber keinen Stein aufgefunden (Pogg. Ann. Bd. 60. S. 152.).

1843 September 16, 5 Uhr Ab.: Meteorsteinfall zu *Klein-Wenden* im südlichen Theile des Wipperthales im Kreise von Nordhausen. — Hr. A. v. Humboldt berichtet hierüber nach den von dem Landrathe Hrn. v. Byla sorgsam eingesammelten Nachrichten folgendermafsen (Sitzungsbericht der Berlin. Acad. d. Wissensch., Oeff. Sitzg. 1844 Jan. 24, S. 26.):

»Der vorliegende Meteorstein, jetzt noch (da ein kleines Stück davon abgeschlagen ist) an Gewicht 5 Pfund 23½ Loth schwer, ist am 16. September 1843 4½ Uhr Nachmittags in einem Kartoffelfelde bei dem Dorfe Klein-Wenden, nordwestlich von Almenhausen, im südlichen Theile des Wipperthales, zwischen Klein-Wenden und Münchenlohra niedergefallen. Der Aërolithenfall ist diesmal nicht, wie es sonst gewöhnlich ist, aus einem kleinen schwärzlichen Gewölk erfolgt, in dem man einzelne Entladungen,

wie von Geschütz, vernimmt; der Aërolith von Klein-Wenden fiel bei ganz heiterem Himmel: weder Gewölk noch Lichterscheinung waren sichtbar. Man hörte einen furchtbaren Kanonenschufs (schwächer wurde dieser bei Erfurt vernommen) und dann ein Getöse und Geprassel, das mit vielen auf einem schnellfahrenden Wagen zusammengerüttelten Steinen verglichen wurde. Man sah den Stein von Südost nach Nordwest fallen; er machte im dürren Boden eine Vertiefung von nur 4 bis 5 Zoll und war (was immer bemerkt worden ist) so heifs, dafs man ihn erst nach mehreren Minuten berühren konnte. Es ist nur ein einziger Stein gefunden, ob man gleich Anfangs hoffen durfte, es wäre ebenfalls ein Stein in Almenhausen gefallen, wo das Geprassel besonders stark gehört worden war. Der Meteorstein von Klein-Wenden hat die merkwürdige vierseitige prismatische Form, welche Hr. v. Schreibers an so vielen, zu ganz verschiedenen Epochen und in ganz entlegenen Gegenden gefallenen Meteorsteinen beobachtet hat. Er lag auf dem Boden so, dafs die breite Grundfläche nach unten und die verschobene, fast pyramidale Zuspitzung nach oben gerichtet war. Eine chemische Analyse dieses kleinen, aus dem Weltenraume herabgefallenen Asteroiden hat noch nicht gemacht werden können (nämlich bis Januar 1844). Hr. G. Rose erkennt in ihm eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Aërolithen von Erxleben. Der von Klein-Wenden enthält eine graulich weifse, feinkörnige Grundmasse, in der das Nickeleisen in meistens sehr feinen, selten etwas gröfseren Körnern eingesprengt ist. Daneben liegen einzelne, bräunlich graue, bis erbsengrofse Körner von unebenem Bruche. Hr. G. Rose bemerkt, dafs die Grundmasse mit Säuren gelatinirt.»

Hr. C. Rammelsberg hat nun später diesen Stein chemisch auf das Vollständigste untersucht, und in ihm zuerst das Dasein der *Hornblende* (statt des bisher allgemein angenommenen *Augit*), als eines Bestandtheiles mehrerer Meteorsteine dargethan (Monatsber. d. Berl. Acad.

d. Wiss. 1844 Juni 17. > Pogg. Ann. Bd. 62. S. 449.). Dieser Meteorstein von Klein-Wenden gehört zu der grofsen Klasse von Meteoriten, welche ein Gemenge von Meteoreisen und nicht metallischen Silicaten sind. Die Grundmasse des untersuchten Steines erscheint auf den ersten Anblick grau; unter der Loupe unterscheidet man aber darin ganz deutlich gelblich grüne Parthien vom Ansehen des *Olivins* und schwarze, glänzende Körner, dem *Augit* ähnlich. Krystallisirte Ausscheidungen fehlen, und der Magnetkies erscheint von bräunlicher Farbe. Hr. Rammelsberg fand das specif. Gew. des Steines = 3,7006. Das Resultat seiner Analyse ist nun folgendes (wobei die quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile nur mit Hülfe der Rechnung erlangt werden konnte, wie überhaupt bei allen Meteorsteinen).

100 Theile des Meteorsteines von Klein-Wenden enthalten:

18,37 *magnetischen Theil* (spec. Gew. = 7,513), bestehend aus:

18,31	*Nickeleisen:*		
		Eisen	88,980
		Nickel und Kobalt	10,351
		Zinn	0,349
		Kupfer	0,213
		Phosphor	0,107
			100,000
0,06	*Schwefeleisen*		
18,37			

81,63 *nicht-magnetischen Theil* und zwar:
100,00

81,63
A. 39,29 durch *Säuren zersetzbare* Theile:

5,55	*Schwefeleisen*
4,59	*Nickeleisen*
29,15	*Olivin*
39,29	

B. 42,34 durch *Säuren unzersetzbare* Theile:
81,63

41,30	. . *Silicate* bestehend aus:		
	8,864	.	*Olivin*
	12,732	.	*Labrador*
	19,704	.	*Augit (Hornblende?)*
	41,300		
1,04	. . *Chromeisen*		
42,34			

Der ganze Stein ist also ein Gemenge aus folgenden Mineralien:

Nickeleisen . .	22,904	
Chromeisen . .	1,040	
Magnetkies . .	5,615	
Olivin	38,014	
Labrador . . .	12,732	
Augit	19,704	(Hornblende?)
	100,000	(9?)

Die entfernteren oder Grundbestandtheile des Meteorsteines von Klein-Wenden sind also:

Schwefel . . .	2,09
Phosphor . . .	0,02
Eisen	23,90
Nickel	2,37
Zinn	0,08
Kupfer	0,05
Chromoxyd . .	0,62
Kieselsäure . . .	33,03
Talkerde . . .	23,64
Eisenoxydul . .	6,90
Thonerde . . .	3,75
Kalkerde . . .	2,83
Manganoxydul .	0,07
Kali	0,38
Natron	0,28
	100,01. —

1843 November 10. oder 12., 5 Uhr Ab., hörte Hr. Vigne auf einem Schiffe auf der Donau einen lauten Knall, wie den einer Flinte; der Himmel war klar und wolkenfrei. Er erblickte nun eine vollkommen weifse Wolke, oder einen Nebel, welcher offenbar von einer langsamen, in 3 bis 4 Minuten erfolgenden Explosion herrührte. Es schien Nichts herabzufallen. (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1848.)

1844 October 21. zwischen $6\frac{1}{2}$ und 7 Uhr Morgens fiel zu *Favars* im Canton *Layssac* in der Schweiz mit einer grofsen Explosion ein Stein hernieder, welcher auch in einem Loche gefunden ward (*l'Inst. No.* 570.). Nähere Nachrichten sind mir nicht bekannt.

1846 Mai 8, $9\frac{1}{4}$ Uhr Morg.: Meteorsteinfall von *Monte Milone* in Italien. An den Ufern der Potenza, nordöstlich von dem Dorfe *Monte Milone*, 8 Meilen von Maverata in der Mark *Ancona*, hörte man 1846 Mai 8, $9\frac{1}{4}$ Uhr Morgens bei völlig bewölktem Himmel, schwachem Sirocco (Südwest) und schwachem Regen eine heftige Detonation; dieser folgte nach 3 Minuten der Fall mehrerer Aërolithen, von denen einer ein Loch von 66 Centimeter Tiefe und 9,5 Centim. Durchmesser gehöhlt hatte; dieses Stück wog 1 Pfund. Dieser Meteorstein befindet sich in der Sammlung von M. L. Med. Spada zu Rom und hat die Gestalt eines würfelähnlichen Parallelepipedon mit abgerundeten Ekken. Mehrere andere Aërolithen sind gleichzeitig auf jede Seite des Flusses gefallen und die gröfste Anzahl in den Flufs selbst; diese konnten aber nicht aufgefunden werden, da der Flufs gerade sehr angeschwollen war und Kies und Schlamm mit sich führte. Unter denen, die man aus der Erde grub, fanden sich einige von 11 Unzen bis 6 Pfund. Nach einer nicht ganz genauen Untersuchung von Spada waren diese Aërolithen mit einer schwarzen Rinde bedeckt: die innere Structur ist feinkörnig und halbkrystallinisch; die Farbe ist aschgrau, beinahe weifslich; der Stein zeigt kleine metallische Punkte und Adern und die Magnetnadel wirkt stark auf ihn ein. Mit Hülfe der Loupe kann man

Magnetkies, Nickel, Kobalt, aber kein Chrom entdecken. Die grau-weifsliche Masse scheint Labrador oder Albit zu sein (*l'Inst. No.* 666.); überhaupt ähnelt dieser Stein sehr dem von Klein-Wenden.

1846 im Sommer fiel zu *Richland* in *Süd-Carolina* während eines heftigen Gewitters ein Meteorstein herab: er war vollkommen rund und hatte einen Durchmesser von 2,1 Zoll; er wog 6½ Unze. Die Rinde war dunkel rothbraun; das specif. Gew. betrug 2,32. Shepard fand in ihm folgende Bestandtheile (*Sill. Amer. Journ.* 2. *S. Vol. X. p.* 127.):

Kieselerde . .	80,420
Thonerde . .	15,680
Eisenoxydul .	2,513
Talkerde . .	0,700
Kalkerde . .	0,500
	99,813.

Besonders merkwürdig bei diesem Meteorstein ist das Vorkommen von *Quarz*, welcher bis dahin noch niemals in einem Meteorsteine wahrgenommen worden ist; er weicht hierdurch von allen anderen ab.

1846 im October: Meteorsteinfall von *Concord* in *New-Hampshire* (N. A.). Zwei Stunden nach Sonnenuntergang sah man zu Concord bei völlig heiterem Himmel eine Feuerkugel; einige Zeit darauf nahm man ein Getöse wahr und ein Beobachter sah einen Körper 15 Fufs von ihm entfernt niederfallen; auf dem Boden rollte er noch etwas weiter (?). Nach einigem Suchen fand er die Masse und übergab sie an Prof. Silliman zur Untersuchung. Sie ist eine der kleinsten herabgefallenen Meteoritmassen und wiegt 370½ Gran: die äufsere Fläche ist überall mit einer gräulichweifsen, glänzenden Emaille bedeckt, und dunkelbraune metallische Pünktchen sind darin eingesprengt. Das Innere ist schlackig, wie theilweise geschmolzener Feldspath; der Stein ist sehr hart und hat keine Rinde: er trägt Anzeichen einer intensiven Erhitzung an sich. — Silliman

fand bei seiner Analyse folgende Zusammensetzung (*Sill. Journ.* 2 *S. Vol. IV, p.* 353):

Kieselsäure . .	84,973
Talkerde . . .	12,076
Natron	2,718
	99,767.

Er meint nun, dafs diefs eine ganz identische Zusammensetzung sei mit der des *Chladnit.* Shepard aber behauptet, sie seien von einander verschieden und legt hierbei die Thomsonschen Atomgewichte zu Grunde, während Silliman von denen des Berzelius ausging (*ib.* 2 *S. Vol. VI, p.* 356).

? 1846 Juni 7. ist zu *Darmstadt* an der katholischen Kirche ein Meteorstein (?) von 16¾ Loth Gewicht gefunden worden (Schles. Zeitg. 1846 Juli 17).

1847 November 11, 9 Uhr Ab. fiel zu *Lowell* in *England* (oder *N. Amerika*) nach der Erscheinung einer Feuerkugel am westlichen Himmel, von der Gröfse der Sonne und von 5 Minuten Dauer, eine Masse unter Getöse vor vielen Augenzeugen herab; sie betrug 4 Fufs im Durchmesser, wog 442 Pfund und verbreitete einen unangenehmen Geruch (*l'Inst. No.* 679).

1846 December 25, 2 Uhr Nachmittags: Meteorsteinfall von *Schöneberg* bei *Mindelthal* in Bayern bei trübem Schneehimmel und nach 4 langsam auf einander folgenden, kanonenschufsähnlichen Explosionen, wodurch die Wolken sich auflösten und die Sonne hervortrat. Der Stein war in einen mit Schnee bedeckten Garten gefallen und in den hartgefrorenen Lehmboden 2 Fufs tief eingeschlagen. Der Meteorstein bildet eine abgestutzte unregelmäfsige Pyramide mit 4 schmäleren und einer breiteren Seitenfläche, einer ziemlich ebenen Grundfläche und einer stumpf-prismatischen Spitze, mit meistens abgerundeten Kanten; auf der Oberfläche ist er uneben, mit einer schwarzen, schlakkenartigen Rinde überzogen; Alles weist darauf hin, dafs er das Bruchstück einer gröfseren Masse ist. Seine innere Structur gleicht der eines feinkörnigen Dolerit; in der un-

bestimmten Grundmasse treten einzelne Metallflimmerchen von krystallisirtem Eisen und Nickeleisen vor, ebenso in der schwarzen Rinde einzelne Streifen und Körner von Eisen. Im Ganzen ist das körnige Gefüge ziemlich dicht, aber die einzelnen Stückchen sind mit dem Finger zerreiblich. Das Gewicht des ganzen Steines ist 17 Pfund 5 Loth (württemb.) (er ist 8" hoch, 7" breit und 5" dick); das specif. Gew. ist aber = 3,7 bis 3,8. (Landbeck in dem 2. Hefte der Jahresber. des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemb. f. 1846 S. 383 ff., auch Pogg. Ann. Bd. 70, S. 335.) Nach Schafhäutl, welcher durch diesen Meteorstein zu einer höchst interessanten Abhandlung über die Meteorsteine veranlafst wurde (Münch. Gel. Anz. Bd. 24. No. 69, 1847 April 7.) gehört er zu den schwer schmelzbaren Meteorsteinen.

1847 Februar 25, 2 Uhr 50 Min. Nachm.: Meteorsteinfall von *Linn Co* in *Jowa* (N. A.). Upham Shepard theilt in *Sill. Amer. Journ.* 2 *S. Vol. IV, p.* 288. folgende Thatsachen über diesen Meteorsteinfall nach einem an Ort und Stelle des Niederfallens gewonnenen Berichte von Rev. Reuben Gaylord von Hartford in Jowa mit, welcher einige Proben von diesem merkwürdigen Steine sammelte. Der gröfste Theil Masse war in zu kleine Fragmente geborsten, als dafs sie der Wissenschaft hätten nutzen können. Die eingesandten Proben bestehen aus kleinen Kügelchen von nickelhaltigem Eisen, durch welches ein graues, feldspathartiges Mineral verbreitet ist. — »1847 Februar 25, 2 Uhr 50 Min. Nachm. wurde die Aufmerksamkeit der dasigen Bewohner durch ein dumpfes Geräusch, wie von fernem Donner, erregt: alsdann hörte man drei sich in gleichen Zeiten aufeinander folgende Explosionen, wie ein schwerer Kanonendonner in ½ Meile Entfernung. Diesem folgten schwächere Knalle, wie von Pelotonfeuer. Alsdann wurde in verschiedenen Richtungen ein Sausen in der Luft gehört; zwei Männer folgten der Richtung eines dieser Töne und sahen 70 Schritte vor sich den Schnee auffliegen: ein Stein war niedergefallen,

der sich bei 12 bis 8 Fuſs Höhe in zwei Theile getheilt hatte; der Stein wog 2 Pfd. 10 Unzen. Ein zweiter Stein wurde später im Frühjahre 1¼ Meile westlich von dem ersteren, ebenfalls aus zwei Stücken bestehend, gefunden: er wog 46 Pfd. Ein anderes Stück von 50 Pfd. wurde ½ Meile davon gefunden. Sie waren sämmtlich mit einer dünnen, schwarzen Rinde bedeckt; sie sind voll von kleinen, glänzenden Partikelchen und kleinen metallischen Blättchen, die man Anfangs für Silber hielt. Die Atmosphäre war zur Zeit der Erscheinung meist klar und sogar warm; das Getöse ward 15—20 miles weit gehört und in der Richtung, woher es kam, wurde Rauch gesehen. Die Bewegung des Meteores war, nach dem Tone zu schlieſsen, nach S.O. zu. Shepard hat nun eines dieser Stücke genau untersucht; die Gestalt ist die einer unregelmäſsigen, vierseitigen Pyramide mit vielen Eindrücken an der unversehrten Oberfläche und mit einer schwarzen, dicken Rinde bedeckt. Die Farbe des Steines ist im Innern perlgrau; eine genauere Besichtigung zeigt sichtbare Flecken von Eisenrost und zahlreiche, sehr glänzende Kügelchen von Nickeleisen; seltener findet man Magnetkies. Das hauptsächlichste Kennzeichen des Steines von Jowa besteht in der Homogenität seiner erdigen Zusammensetzung: er scheint nur eine einzige Mineralspecies zu enthalten, welche nach Shepard vielleicht eine der gewöhnlichsten in den Meteorsteinen und bis jetzt nur einer genaueren Kenntniſs entgangen ist. Shepard nennt dieſs Mineral zu Ehren Howard's, des bekannten Verfechters der Chladni'schen Theorie: *Howardit*. Die Bestandtheile des Meteorsteines von Linn sind nun:

Howardit	83,00	bestehend aus:	
Nickeleisen	10,44	Kieselsäure . . .	63,06
Magnetkies	5,00	Eisenoxydul . . .	24,60
Olivinoid u. Anorthit-Spuren		Talkerde	11,74
	98,44	Natron u. Kali . .	0,31
			99,71.

1847 December 8, 3 Uhr Nachm. ward zu *Foresthill* in *Arkansas* der bis dahin heitere Himmel völlig trübe; die Wolken, oder Das, was sie zu sein schienen, wirbelten sich zu den wunderbarsten Windungen; von mehr als 100 Personen ward eine betäubende Explosion gehört. Die Erschütterung war so stark, dafs die Häuser erzitterten und die Glocken anschlugen. Im Augenblicke der Explosion senkte sich ein feuriger Körper zur Erde herab und streifte dieselbe. Nach 20 Minuten war der Himmel klar, wie zuvor. Das von dem Aërolithen gemachte Loch war 8′ tief und hatte $2\frac{1}{2}''$ im Durchmesser; die schwarze Masse war noch so heifs, dafs darauf gegossenes Wasser verdampfte; die Masse war mit einer Rinde bedeckt (*Sill. Amer. Journ.* 2 *S. Vol. V. p.* 293). Eine nähere Untersuchung ist mir nicht bekannt.

1848 Februar 15. gegen 1 Uhr Nachmittag fiel ein Meteorstein südlich von *Negloor,* einem Dorfe, nur wenige Meilen von dem Zusammenflusse des Wurda- und Toomboodaflusses. Der Niederfall wurde nach authentischen Berichten von mehreren Personen wahrgenommen; der Stein war in mehrere Stücke zersprungen; ihr Ganzes bildete eine eiförmige Gestalt von 15″ im gröfsten und von 11″ im kleinsten Durchmesser: das eine Ende ist abgeplattet und mit Eindrücken versehen (also im weichen Zustande auf einen harten Körper gestofsen). Die ganze Oberfläche ist mit einer schwarzen, glänzenden Rinde bedeckt, die ungefähr $\frac{1}{10}''$ dick ist. Die Grundmasse hat ein sandsteinartiges Ansehen, mit Metallblättchen von Stecknadelknopfgröfse durchsäet; das specif. Gew. ist 3,512. Eine unvollkommene Analyse ergab (*Edinb. N. Philos. Journ. Vol. XLVII, p.* 53):

Erdige Silicate . .	58,3
Schwefel	2,5
Eisen	22,18
Nickel	6,76
	89,74.

1848 Mai 20, 4 Uhr 15 Min. Nachmitt., fiel nach einem von Shepard mitgetheilten Berichte von Prof. Cleave-

land in Neu-Braunschweig (*Sill. Journ.* 2 *S. Vol. VI, p.* 252) zu *Castine* in *Maine* (N. A.) ein Meteorstein herab. Der Fall war von einem Getöse, ähnlich dem des Donners, begleitet, welches 30—40 miles weit gehört wurde; bald darauf vernahm man einen zweiten Knall. Der Stein kam von Südost und drang bei seinem Falle 2″ tief in einen trockenen, harten Boden ein. Keine Lichterscheinung wurde von den den Fall beobachtenden Personen wahrgenommen, obgleich der Stein nur wenige Fuſse von ihnen entfernt die Erde streifte. Das ganze Gewicht des Steines betrug $1\frac{1}{2}$ Unzen *avoir dupois;* er war mit einer schwarzen Rinde bedeckt: die eine Seite war beinahe flach, die andere unregelmäſsig und leicht gewölbt. Das spec. Gew. ist 3,456. Im Allgemeinen ähnelt er dem Steine von Pultawa (1811 März 12.), unterscheidet sich aber von ihm dadurch, daſs er eine hellere Farbe und einen gröſseren Glanz besitzt, und daſs er frei von Eisenrost ist. Das Nickeleisen ist in kleinen Partien vorhanden; der Magneteisenkies ist leicht zu erkennen, wenn er auch nur in sehr kleinen Partien vorhanden ist; es sind auch einige wenige sehr kleine schwarze Punkte zu unterscheiden, welche wahrscheinlich Chromeisen sind. Das gediegene Eisen beträgt ungefähr 11,22 Proc. der ganzen Masse; es ist ungewöhnlich reich an Nickel, indem seine Zusammensetzung mit dem Meteoreisen von Green Co, Tennessee identisch ist; es besteht nämlich aus 85,3 Eisen und 14,7 Nickel. Der erdige Bestandtheil ist Howardit, wie bei dem Steine von Linn (*Sill. Amer. Journ.* 2 *S. Vol. VI, p.* 252).

1849 October 31, 3 Uhr Nachmittags, wurden die Einwohner von *Charlottetown* in *Cabarras Co* im Staate *N. Carolina* (N. A.) durch eine plötzliche Explosion, welche sich 2mal hinter einander wiederholte, und durch ein Getöse in der Luft erschreckt. Die Töne waren bestimmt und dauerten länger als $\frac{1}{2}$ Minute; es waren keine Wolken am Himmel, nur ein Dunst am östlichen Himmel zu sehen. — Den folgenden Montag (die Explosion geschah Mittwoch) ward auf die Nachricht hin, daſs in der Graf-

schaft Cabarras, 25 miles weit entfernt, ein wunderbarer Stein vom Himmel gefallen sei, in der That auf der Pflanzung von Mr. Hiram Post ein blaulich-grauer Stein aufgefunden; er war von unregelmäfsiger Gestalt, 8″ lang, 6″ breit und 4″ dick, und mit schwarzer Rinde bedeckt, zeigte gekrümmte Eindrücke und wog 19½ Pfd. Er ähnelt in seiner Structur sehr dem Steine von Tabor in Böhmen (1753 Juli 3); sein specif. Gew. ist = 3,60 — 3,66. Shepard fand folgende Zusammensetzung (*Sill. Journ.* 2 *S. Vol. IX. p.* 143. und *Vol. X. p.* 127):

Nickeleisen mit Chrom	6,320
Magnetkies	3,807
Kieselsäure	56,168
Eisenoxydul	18,108
Talkerde	10,406
Thonerde	1,797
Spuren von Kalk, Kali u. Natron	3,394
	100,000.

1849, November 13, 6¼ Uhr Ab.: Grofse Feuerkugel in Italien und Meteorsteinfall zu *Tripolis* in Afrika (s. S. 150).

1850 Januar 25: Aërolithenregen zu *Tripolis*, gefolgt von einem äufserst strengen Winter. (Nach einem Briefe von dem Reisenden Richardson in *Edinb. N. Philos. Journ. Vol. L. p.* 181.)

1850 November 30, 3 Uhr Nachmittags, fiel bei dem Dorfe *Sulker*, nicht weit von *Bissempore* in *Indien*, nach einer heftigen Explosion 4′ tief in die Erde vom Himmel ein Stein herab (*Rep. of the Brit. Ass. f.* 1851 *p.* 41).

2. Substanzen, welche aus und mit Feuerkugeln oder Sternschnuppen herabgefallen sind.

Unter den mir hierüber bekannt gewordenen Nachrichten kann ich nur folgende 2 als völlig beglaubigte hier hervorheben, indem alle anderen nur Niederfälle von Meteorstaub und mikroskopischen, animalischen oder vegetabilischen Organismen sind. — Diese beiden sind nun:

1835 September 6, zwischen 12 und 1 Uhr Nachts, beobachtete ein Herr Koch zwischen Friemar und Gotha 80° über dem Horizonte eine sehr helle Sternschnuppe von einem hellblauen Glanze, die in fast senkrechter Richtung herabfiel (Anfangs schien sie wie eine abgeschossene Rakete in die Höhe zu steigen); sie verschwand aber noch hoch in der Luft; kurze Zeit nach ihrem Verschwinden fiel 3 Fufs von dem Beobachter Etwas von dem Umfange eines Tellers, auf die Erde nieder mit einem heftigen Geräusch. Die Beschreibung, welche Koch in Pogg. Ann. Bd. 36, S. 315. von dieser ovalen, gallertartigen, fettig anzufühlenden und allmählig verdunstenden Substanz giebt, stimmt so wohl mit anderen Beschreibungen überein; — die sogen. Sternschnuppenmaterie hat nach Aller Aussagen stets dieselbe Beschaffenheit, dafs man vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit eine wirkliche Existenz derselben vermuthen kann, und dafs nur die Flüchtigkeit ihres Bestehens uns hindert, sie näher zu untersuchen und kennen zu lernen. Die Art und Weise ihres Bildungsprocesses wird uns freilich noch lange ein Räthsel bleiben. —

Ferner meldet ein Hr. Buard der Pariser Academie (1838 August 20.), dafs er eines Abends bei einem Spaziergange plötzlich durch ein helles Licht geblendet worden sei und zu derselben Zeit sei eine flockige, glühende Masse auf eine 2 bis 3 Schritte entfernte Akazie gefallen. Die Feuerkugel theilte sich in mehrere Stücke und fiel von Ast zu Ast; die gröfsten blieben einige Zeit auf dem Boden, ehe sie völlig erloschen (*l'Inst. No.* 243). Diefs spricht abermals für die Möglichkeit einer Feuersbrunst durch eine Feuerkugel, wie wir mehrere Beispiele in meinem Verzeichnisse finden können, z. B. 1846 Januar 16. und März 22.

Da der Niederfall einer sogen. Sternschnuppensubstanz so äufserst selten beobachtet ist, so wäre zu wünschen, dafs man recht Acht darauf hätte, um über diesen so sehr problematischen Theil der Sternschnuppenkunde etwas mehr Licht zu verbreiten. —

III. Constatirte Eisenmassen
(von denen sich auch Proben in Sammlungen befinden).

I. In Europa.

1. In Deutschland.

1) ? Eisenmasse aus *Sachsen,* auf einer Eisenhalde bei den Steinbacher Seifenwerken zwischen *Eibenstock* und *Johann-Georgenstadt.* In Schwedischen Sammlungen sind noch einige Stücke befindlich. (Chl. u. P.(artsch) No. 73).

2) ? Eisenmasse wahrscheinlich ebenfalls aus *Sachsen,* nach Einigen (u. A. von Chladni) aus Norwegen angegeben; in *Norwegen* ist aber über ein Niederfallen von Gediegeneisenmassen Nichts bekannt. Stücke von dieser Masse befinden sich in den Sammlungen zu Wien und Gotha. Partsch hat überdiefs gezeigt (Partsch a. a. O. S. 94), dafs die angeblich aus Norwegen und die aus Sachsen stammenden Stücke ein vollkommen identisches Verhalten äufsern, wenn man sie poliren und ätzen läfst, dafs sie aber sich völlig verschieden von dem Pallas-Eisen zeigten.

3) ? Eisenmassen von *Bitburg* in der *Eifel nördlich von Trier* (Partsch No. 74). Diese Masse wurde 1805 bei Ausbesserung eines Weges gefunden und in einem Frischfeuer einzuschmelzen versucht, sodann aber als unbrauchbar weggeworfen. Der Amerikaner Gibbs fand sie bald darauf und beschrieb sie i. J. 1814 im I. Bande von Bruce's Mineral. Journ. als aus den Ardennen (?) stammend (Chladni a. a. O. S. 353 und Bischof in Schweigg. Journ. Bd. 43. — 1825. —). Noeggerath, erst später auf diese Masse aufmerksam gemacht, untersuchte die bald nach der Auffindung abgeschlagenen Stücke und fand sie *nickelhaltig,* mithin meteorischen Ursprunges. Die noch unversehrt erhaltenen Stücke sind äufserst klein und schwer zu untersuchen; sie finden sich in den Sammlungen von Trier, Berlin, Wien und New-Haven; dagegen sind die von

Anm. Wo ein ? steht, ist die Zeit des Niederfalles unbekannt.

von dem Frischfeuer veränderten Stücke ziemlich häufig. Das specif. Gew. ist = 6,5, gehört also zu den geringeren der Meteorsteinmassen, wahrscheinlich von Einmengungen eines grünlichen, olivinartigen erdigen Minerales herrührend (Partsch a. a, O. S. 95 u. S. 150).

4) Eisenmasse von *Elbogen* bei *Carlsbad* in *Böhmen*, zw. 1340 und 1520 gefallen (Partsch: No. 76). Diese Masse ist schon seit Jahrhunderten unter dem Namen »*der verwünschte Burggraf*« aufbewahrt, aber seit 1811 erst als wirkliches Meteoreisen erkannt. Berzelius fand folgende Zusammensetzung dieser Masse (Pogg. Ann. Bd. 33, S. 136):

Eisen . . .	88,231		
Nickel . . .	8,517	ebenso Wehrle (Baumgärtn. Zeitschr. 1834 S. 222). Klaproth dagegen fand nur $2\frac{1}{2}$ % und Neumann 6,45.	
Kobalt . . .	0,762		
Magnesium . .	0,279		
Phosphormetalle	2,211	bestehend aus	*Eisen* . . . 68,11 *Nickel u. Magn.* 17,72 *Phosphor* . . 14,17 100,00
Schwefel und Mangan:	Spur		
	100,00.		

Nach Wehrle u. A. ist das spec. Gew. dieser Masse = 7,4 — 7,8; nach C. Rumler dagegen = 7,74 (P.).

Von dieser Masse, die ursprünglich 191 Pfund wog, befindet sich das gröfste Stück von 150 Pfd. Gewicht in der Wiener Sammlung, und zwei kleinere in Elbogen und Prag (P.). — Noch ist zu bemerken, dafs an dieser Masse sich die bekannten Widmannstaedtenschen Figuren zeigen. (Ueber die Widmannstaedten'schen Figuren s. v. Schreibers: Beiträge z. Gesch. u. Kenntn. der meteor. Stein- und Metallmassen S. 70 ff. und Chladni a. a. O. S. 314.)

5) Eisenmasse von *Bohumilitz* im Prachiner Kreise in *Böhmen* (Partsch No. 85), gefunden im September d. J.

1829; aus der dicken Rinde von Eisenoxyd ist zu schliefsen, dafs sie mehrere Jahrhunderte in der Erde gelegen habe; sie wog 103 Pfund und befindet sich noch beinahe vollständig im vaterländischen Museum zu Prag. Sie ist nach Partsch ein derbes, dichtes metallisches Eisen mit vielem Magnetkies und einem schwarzen, nicht sehr harten problematischen Minerale (*Schreibersit?*) gemengt. Berzelius hat folgende Zusammensetzung gefunden (Pogg. Ann. Bd. 27, S. 125):

Eisen	94,06		
Nickel	4,01		
Schwefel	0,81		
		Eisen	0,41
		Nickel	0,09
		Kiesel	0,01
		Kohle	0,01
Unlöslich	1,12	*Phosphor*	0,09
		Eisenoxyd	0,36
		Nickeloxyd	0,09
		Kieselerde	0,07
			1,12
	100,00.		

Das specif. Gew. ist nach Steinmann = 7,14; nach C. Rumler = 7,61 — 7,71.

6) 1847 Juli 14, 3¾ Uhr Morgens ereignete sich der denkwürdige *Meteoreisenfall* in und bei *Braunau* in *Böhmen.* Er ist darum so wichtig und lehrreich, weil er zu den wenigen, *völlig beglaubigten* gehört. Hr. Dr. Beinert, Apotheker zu *Charlottenbrunn* in Schlesien, hat zunächst in der Breslauer Zeitung 1847, No. 176, sodann in den Berichten der Schles. Ges. f. vaterl. Cult. f. 1847, S. 37 und endlich in seiner Schrift »*der Meteorit von Braunau*« S. 3 eine höchst gediegene und lichtvolle Beschreibung dieses grofsartigen Phänomenes geliefert, und zwar aus aktenmäfsigen Berichten. Auf dieselbe hinweisend, erlaube ich

mir hier nur einige der Thatsachen zu erwähnen, welche dieses glänzende Phänomen charakterisirt haben. —

Es fand Statt 1847 Juli 14. früh 3¾ Uhr. Ueber dem Orte *Hauptmannsdorf* bei *Braunau* in *Böhmen* bildete sich bei völlig heiterem Himmel eine kleine, schwarze Wolke, welche plötzlich in feuriges Erglühen versetzt wurde; nach allen Seiten sah man Blitze zucken; zwei heftige Explosionen, gleich starken Kanonenschlägen, erfolgten rasch hinter einander, welche weithin gehört wurden. In einem Punkte der feurigen Wolke bildete sich sogleich ein aschgraues Wölkchen, welches Anfangs stehen bleibend, sich hernach nach N. O. und S. W. theilte, und endlich verschwand. Man fand nun in der Böschung eines Ackerraumes in einem 3 Fufs tiefen Loche eine sehr heifse Masse, »*die um* 10 *Uhr Vormittags, also* 6 *Stunden nach ihrem Falle, noch so heifs war, dafs man sie nicht anzufassen vermochte, ohne sich zu verbrennen.*«

Diese Masse wog 41 Pfund 6 Loth (östr. Gew.). Die äufsere Form bildete ein unregelmäfsiges, verschobenes Viereck, dessen Flächen über und über mit Concavitäten bedeckt sind. —

Ein *zweites* Stück von derselben Masse war in das Haus (»Ziegelschlag«) eines armen Mannes gefallen, nachdem es das Dach, die Latten und den Lehmstrich durchbrochen hatte, ohne zu zünden. Es wog 30 Pfd. 16 Loth und war dem ersten Stücke in seiner äufsern Form sehr ähnlich.

Eine Analyse der Professoren Fischer und Duflos zu *Breslau* ergab als Resultat eine grofse Aehnlichkeit der Zusammensetzung dieser Masse mit der von Bohumilitz; die *Braunauer* Masse enthielt nämlich nach dieser Analyse (Jahresber. a. a. O.):

Eisen	91,882
Nickel	5,517
Kobalt	0,529
Kupfer	
Mangan	
Arsenik	
Calcium	
Magnesium	
Silicium	. . 2,072
Kohlenstoff	
Chlor	
Schwefel	
	100.000. (vgl. No. 5)

Höchst merkwürdig und interessant sind die Untersuchungen jener beiden Chemiker über die in der Hauptmasse eingeschlossenen heterogenen Körper, sowohl über die in derselben *eingewachsenen* Körper, welche sich als eine vollkommene chemische Verbindung von Einfach-Schwefeleisen und Nickel erwiesen, als auch über die *Blättchen, Flitterchen* und *Schüppchen,* welche schon Berzelius in dem Meteoreisen von Bohumilitz gefunden hat, und höchst wahrscheinlich in allem Meteoreisen vorkommen, wenn sie auch bis jetzt nur in wenigen dargestellt worden sind; sie sind überall in der ganzen Masse vertheilt und von Patera als *Schreibersit* als ein besonderes Mineral aufgestellt (Beinert a. a. O. und Pogg. Annal. Bd. 72, S. 475. 575 u. Bd. 73, S. 590).

7) Ein *drittes* Stück derselben Masse ist aller Wahrscheinlichkeit nach zu *Seeläsgen* bei Grünberg herniedergefallen, aber damals der Aufmerksamkeit und Beachtung entgangen; es wurde erst am Ende November 1847 von einem Bauer zwischen Geschiebe von Urgebirgsstein in einer Tiefe von 6 Ellen gefunden (nach einer Mittheilung des Mechanikus Hartig). Die ganze Masse wiegt 220 Pfd. und ist im Aeufseren der Braunauer Masse sehr ähnlich; sie befindet sich jetzt zum gröfsten Theile in der Sammlung der Schles. Gesellschaft zu Breslau.

Nachrichten von dem Erscheinen dieser Masse und ihrem Niederfallen finden sich, wie gesagt, nicht vor. Sie ist von einer $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}'''$ starken Rinde überzogen; aus diesem Grunde hält sie Dr. Schneider für eine schon seit Jahrhunderten in der Erde verborgene Masse (Pogg. Ann. Bd. 74, S. 57), während sie Duflos und Göppert für identisch mit der *Braunauer* Masse ansehen (Pogg. Ann. Bd. 73, p. 329), eben wegen der Aehnlichkeit beider Massen im äufseren Habitus und in der inneren Zusammensetzung. Nach Duflos Analyse nämlich besteht sie aus (Duflos a. a. O.):

		Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. Bd. 74, S. 443):	
Eisen	90,000	Eisen	92,237
Nickel	5,308	Nickel	6,228
Kobalt	0,434	Kobalt	0,667
Mangan	0,912	Zink und Kupfer .	0,049
Kupfer	0,104	Kiesel	0,026
Kiesel	1,157	Kohle	0.520
Unlöslicher Rückstand (Schreibersit) .	0,834	Unlösl. Rückstand .	0,183
	98,749		99,910.

In dem *Meteoreisen von Seeläsgen* findet sich der Körper von Schwefeleisen in weit gröfseren Stücken vor, als in dem Braunauer. Nach Rammelsberg wird diefs eingewachsene körnige Schwefeleisen von bräunlich speisgelber Farbe mit Unrecht *Schwefelkies* genannt, da es sich, wenn auch langsam, in Salzsäure auflöst. Seine Analyse giebt folgende Zusammensetzung dieses Schwefeleisens (Pogg. Ann. Bd. 74, p. 443):

Schwefel . . .	28,155
Eisen	65,816
Nickel u. Kobalt .	1,371
Kupfer	0,566
Eisenoxydul . .	0,874
Chromoxyd . .	1,858
	98,640.

8) Eisenmasse von *Schwetz*, gefunden i. J. 1850. Im Frühjahre 1850 wurde bei dem Abtragen eines sandigen Hügels für die Ostbahn auf dem linken Ufer des Schwarzwassers bei *Schwetz* an der Weichsel eine Eisenmasse etwa 4 Fufs unter der Oberfläche der Erde an der Gränze des oberen Sandes mit dem darunter liegenden Lehm gefunden. Sie war klüftig und ohne Mühe zu trennen. Sie befindet sich jetzt durch die Bemühungen H. Prof. G. Rose's im Besitz des königl. mineralog. Kabinets in Berlin. — Die *ursprüngliche Gestalt* der Eisenmasse ist ungefähr die eines geraden rechtwinklichen, an den Kanten ganz abgerundeten Prisma; sie ist 9" hoch, 24" lang und 17½" breit. Die ganze Masse wiegt 43 Pfd. 8¼ Lth. Die Widmannstaedten'schen Figuren zeigen sich sehr schön. (Pogg. Ann. Bd. 83, S. 594)[1]).

Zu den *Meteoreisenmassen*, welche zwar als solche aufgeführt sind, aber keinen Nickel enthalten und auch sonstige Verschiedenheiten von anderen Meteoreisenmassen zeigen (so dafs man über ihren wirklichen meteorischen Ursprung in Zweifel sein könnte), gehören die Massen von *Aachen*, Grofs Kammsdorf an der Saale, Cilly in Steyermark (Chladni a. a. O. S. 346 u. 351) und Magdeburg (Pogg. Ann. Bd. 28, S. 551).

2) In Frankreich und England.

9) ? Eisenmasse von *Caille* (Dep. du Var) in der *Auvergne* (P. No. 82) für die wissenschaftliche Welt entdeckt durch Herrn Brard i. J. 1828; die ganze Masse wiegt 591 Kilogr. und dient schon seit 200 Jahren als Bank vor der Kirche von Caille; sie ist dichtes und derbes gediegenes Eisen mit wenig beigemengtem *Magnetkies*; spec. Gew. = 7,642 (Partsch a. a. O. S. 115).

10) 1825 Mai 12. Eisenmasse zu *Wildshire* in *England* (Pogg. Ann. Bd. 8, S. 45).

1) S. noch Anhang I. das Nähere über diese Meteoreisenmasse und einige andere.

11) **1842 December 5.** ? Eisenmasse von *Epinal* in den *Vogesen*, gefunden 1851 Juli 7. von Guery. Durch die Erscheinung der grofsen Feuerkugel von 1842 December 5, welche bei Epinal an drei verschiedenen Orten niederzufallen schien, veranlafst, stellte Guery bald darauf Nachforschungen nach einer meteorischen Masse an, aber lange vergeblich; endlich gelang es ihm nach mehrjährigen Bemühungen, auf dem Höhenzuge von *Eaufromont* eine *Eisenmasse* aufzufinden, welche bei näherer Untersuchung sich als keine Schlacke erwies, vielmehr die meisten Merkmale eines *metallischen Meteorsteines* zeigte; es ist also sehr wahrscheinlich, dafs diese Masse von dem am 5. December 1842 erschienenen Meteore herrühre. — Der äufsere Theil dieser Masse ist convex, der innere concav, einige Theile sind schwer mit dem Meifsel zu bearbeiten, andere sind mit Höhlungen versehen und mit einer Rinde überzogen; die Masse wirkt stark auf den Magnet und wog 843 Gramme; nach Lostrennung mehrer Stücke wiegt die Masse 755 Gr., hat eine Höhe von 5 Centim. und ein specifisches Gewicht von 5,23. Diefs für eine Meteoreisenmasse geringe specifische Gewicht rührt wahrscheinlich von den an der Aufsenseite haftenden und in den inneren Höhlungen enthaltenen erdigen Theilen her (*Compt. Rend. t. XXXV, p.* 289).

3) In Ungarn und Croatien.

12) ? Eisenmasse von *Lénarto* an der Galizischen Gränze bei Bartfeld im Saroscher Comitat (P. No. 78) gefunden i. J. 1814; sie wog 194 Pfund; der gröfste Theil davon (133½ Pfd.) befindet sich in dem Nationalmuseum zu Pesth; andere Stücke besitzt das Wiener Mineralienkabinet und mehrere andere Anstalten so wie einige Privaten.

Wehrle hat folgende Zusammensetzung (ganz der von *Elbogen* ähnlich) gefunden (Baumg. Zeitschr. 1834, S. 222):

		Elbogen
Eisen . . .	89,119	88,231
Nickel . . .	8,283	8,517
Kobalt . . .	0,653	
Kupfer . . .	0,002	
	98,057.	spec. Gew. = 7,72 — 7,83.

13) 1751 Mai 26. Ab. 6 Uhr: Eisenmasse von *Agram* (eigentlich in dem Dorfe Hraschina bei Agram in Croatien) (P. No. 77). Diese Masse ist darum so wichtig, weil sie den ersten, wahrhaft historisch erwiesenen Niederfall einer meteorischen Eisenmasse zeigt, und dann auch, weil sie noch vortrefflich erhalten ist und Widmannstaedten an ihr zuerst die schöne Entdeckung der nach ihm sogenannten Figuren gemacht hat, welche so vorzüglich den meteorischen Ursprung dieser Eisenmasse bekunden, weil sie nie bei tellurischem (nickelfreiem) Eisen gefunden werden. — Die ganze Masse theilte sich bei ihrem Herabfallen in 2 Stücke (ähnlich der Braunauer Masse); das eine wog 71 Pfund und befindet sich jetzt in dem Besitze des k. k. Mineralienkabinets zu Wien, deren Hauptstück sie ausmacht; das andere Stück wog 16 Pfd. und ist in Croatien verloren gegangen. Klaproth hat in dem Eisen 3,5 Nickel gefunden (Beitr. z. chem. Kenntn. der Mineralk. Bd. IV, S. 99), Wehrle dagegen (Baumg. Zeitschr. 1834 S. 222):

Eisen . . .	90,374
Nickel . . .	8,955
Kobalt . . .	0,671
	100,000 spec. Gew. 7,8,

mithin den Massen von *Elbogen* und *Lénarto* sehr ähnlich (No. 4 u. 11).

14) ? Meteoreisen von *Arva*. Die Beschreibung des *Eisens* und des Fundortes s. Wiener Zeitg. 1844 April 17. und 1845 im März (ich habe sie leider nicht zur Hand bekommen können).

Patera in Wien hat nun Analysen von Fragmenten dieses Eisens angestellt und die Resultate von dreien der-

selben veröffentlicht (Oesterr. Bl. f. Liter. 1847 No. 169). Hiernach enthält das Meteoreisen von Arva:

Eisen 89,42	*Nickel* 8,61	*Kiesel* u. *Kohle* 1,41	= 99,41
93,13	5,94	1,41	= 99,07
94,12	5,43	1,41	= 99,55

spec. Gew. = 7, 814.

A. Löwe dagegen fand (ib.):

Eisen 90,471	*Nickel* 7,321	Kobalt, Schwefel,	1,404	= 99,196
91,361	7,323	Kohle u. Kiesel	0,938	= 99,622

Patera fand auch noch später eine den Schüppchen im Bohumilizer Eisen ähnliche metallische Verbindung von *Eisen* (87,20), *Nickel* (4,24) und *Phosphor* (7,26) von einem spec. Gew. von 7,01 — 7,22.

Haidinger schlug für dieses neue Mineral den Namen *Schreibersit* vor; da dieser Name aber bereits von Shepard einem Minerale im Steine von Bishopville gegeben war (*Sill. Journ.* 2 *S. Vol. IV, p.* 439), so wollte Haidinger dieses letztere *Shepardit* nennen.

4) In Rufsland (Europ.).

15) ? Eisenmasse von *Brahin* am Zusammenflusse des Dniepr und des Prypetz in Lithauen (P. No. 72). Die Masse wurde im Jahre 1810 in zwei Stücken gefunden, die zusammen ungefähr 200 Pfd. wogen; sie befinden sich in der Sammlung der Universität zu *Kiew* (Partsch a. a. O. S. 90). Nach Drzewinski, welcher eine eigene Abhandlung »über Meteorsteine und die möglichen Ursachen ihrer Entstehung, Wilna 1825« geschrieben hat, besteht die Masse aus gediegenem Eisen und Olivin. Das spec. Gew. beträgt nach ihm 8,2, nach C. Rumler 7,58.

Laugier hat in einer Abhandlung v. J. 1817 (»Versuche, welche die Meinung der Naturforscher bestätigen, dafs die Sibirische gediegene Eisenmasse und die Aërolithen einerlei Ursprung haben«) nachgewiesen, dafs Schwefel, Chrom, Kieselerde und Talkerde in diesem Meteoreisen enthalten seien. Die Zusammensetzung dieses Steines ist nun folgende:

	Bläuliche Varietät.	Weifse Varietät.
Eisen . . .	87,55 . . .	91,5
Kieselerde . .	6,30 . . .	3,0
Nickel . . .	2,50 . . .	1,5
Talkerde . .	2,10 . . .	2,0
Schwefel . .	1,85 . . .	1,0
Chrom . . .	0,50 . . .	Spur
	100,80	99,0.

II. In Asien.

1. In Sibirien.

16) ? Die bekannte und berühmte *Pallas-Eisenmasse* (P. No. 71); sie ward i. J. 1749 von einem Kosaken zwischen *Krasnojarsk* und *Abakansk*, Gouv. *Jeniseisk* in *Sibirien* aufgefunden und der wissenschaftlichen Welt durch Pallas i. J. 1776 bekannt. Die ganze Masse wog ursprünglich 1600 Pfd. (russ.); die noch jetzt in St. Petersburg befindliche wiegt 1270 russ. Pfd.; die anderen Stücke befinden sich in verschiedenen öffentlichen und Privatsammlungen. —

Die Zeit des Falles ist unbekannt; die Eingebornen sahen aber diese Masse als ein vom Himmel gefallenes Heiligthum an, und so ist sie wahrscheinlich schon lange vor ihrem Auffinden auf die Erde gelangt.

Diese Meteormasse hat nun eine doppelte Wichtigkeit: ein Mal, weil Chladni in einer eigenen Schrift über dieselbe (Ueber den Ursprung der von Pallas entdeckten Eisenmasse etc. 1794) zuerst den kosmischen Ursprung der Meteormassen als feststehend und unzweifelhaft ausgesprochen hat; — zum andern Male, weil sie ein merkwürdiges Gemenge von gediegenem Eisen mit Olivin (oder Peridot), ungefähr in gleichen Verhältnissen und mit etwas Magnetkies ist; die Olivinkörner füllen die Zwischenräume des löcherigen und zelligen Eisens aus. Von diesem letzteren Umstande rühren wahrscheinlich auch die verschiedenen Angaben des specifischen Gewichtes her: ein zelliges und poröses Stück wird ein geringeres spec. Gewicht zeigen,

als ein dichteres, und auch Chladni erwähnt, dafs, obwohl die Mengung des Eisens und der Steinart in der ganzen Masse ziemlich gleichartig ist, doch manche Stellen kleinkörniger und feinzelliger seyen.

Je nun nach Art der untersuchten Stücke fanden Howard und Bournon das specif. Gewicht dieser Masse = 6,487, Schreibers = 7,54 — 7,70 und C. Rumler = 7,16 — 7,84 (Partsch a. a. O. S. 150).

Aufser den Analysen von Howard, Klaproth, John und Laugier über diese Masse haben wir eine äufserst gründliche Untersuchung hierüber von Berzelius (Pogg. Ann. Bd. 33. S. 123), worin dieser grofse Chemiker sein Verfahren bei derartigen Analysen vollständig auseinandersetzt. Berzelius hat nun folgende Zusammensetzung der Pallas-Eisenmasse gefunden:

Eisen	88,042	(nach Klaproth 98,5, n. John 96)	
Nickel	10,732	(» » 1,5, » » 3)	Howard 17,0
Kobalt	0,455	. . . .	» 1,0
Magnesium	0,050		
Mangan	0,132		
Zinn und Kupfer	0,066		
Kohle	0,043		
Schwefel	Spur		
Unlöslicher Rückstand	0,480	. . . .	
	100,000		

Unlöslicher Rückstand:

Eisen	48,67
Nickel	18,33
Magnesium	9,66
Phosphor	18,47
Verlust	4,87
	100,00

Der in der Pallas-Masse enthaltene olivinartige Körper ist aufser von Howard, Klaproth und Laugier noch von Walmstedt und Stromeyer untersucht (Pogg. Ann. Bd. 4, S. 193. 198), später auch von Berzelius (Pogg. Ann. Bd. 33, S. 134). Die beiden letztgenannten

Chemiker haben keine Spur von *Nickel* darin finden können, obwohl er in anderen Olivinen enthalten ist (Berzelius hat in einem tellurischen Olivin von Böhmen Zinn und Nickel gefunden). Der Pallas-Olivin enthält nun nach Berzelius:

Kieselerde . . .	40,86
Talkerde . . .	47,35
Eisenoxydul . .	11,72
Manganoxydul .	0,43
Zinnoxyd . . .	0,17
	100,43.

17) ? Auf dem *Alasej*'schen Bergrücken in *Sibirien*, welcher das Flufssystem des Alasej von dem des Indigirka trennt, findet man eine Menge gediegenen Eisens von vorzüglicher Güte, welches nur Meteoreisen seyn kann (Wrangel's Reise längs der Nordküste von Sibirien Bd. 1, S. 175 > Partsch a. a. O. S. 144).

18) ? In der Petropawlowsker Goldseife im Gouvern. *Omsk* in *Sibirien* hat Sokolowski ein 17½ Pfd. schweres Stück gediegenen nickelhaltigen Eisens 3—5 Fufs tief im Boden gefunden; vorher waren schon viele kleinere Stücke entdeckt worden. (Erman's Reisen f. d. wiss. Kunde v. Russl. 1841. I, S. 214.)

2. In Hindostan.

19) 1811 ? Meteoreisen zu Panganoor; es besteht fast ganz aus Eisen und Nickel (*Rep. of the Brit. Assoc. f.* 1850).

20) ? Meteoreisenmasse von Sergipe (ib.).

21) ? »Der blitzende Stein von Nepal« ist noch nicht untersucht, aber wahrscheinlich meteorischen Ursprunges (ibid.).

22) ? Meteoreisen von *Singhur* bei *Poona* in Dekkan. Im November 1847 stiefs ein Arbeitsmann am Abhange der Festung auf eine Masse, die er für Eisenerz hielt und bei der Unähnlichkeit derselben mit den Gebirgsmassen

der ganzen Umgebung brachte er sie zu Mr. Reynolds zu Foykee, der daselbst gegenwärtig war; durch diesen gelangte sie an die geographische Gesellschaft zu Bombay. Girard untersuchte sie: die Masse wiegt 31 Pfund bei einem spec. Gewicht von 4,72 bis 4,90 (wahrscheinlich so gering wegen der zelligen Beschaffenheit). Die ganze Oberfläche ist verrostet. — Von der inneren Seite her ist sie wie durch Hammerschläge abgeflacht und verdichtet, wie, wenn sie in weichem Zustande auf diese Seite auf eine harte Unterlage auffallend, aufgeschlagen hätte. Das Ganze ist ein sehr zähes dehnbares Eisen mit erbsengrofsen erdigen Einwüchsen. Die Analyse ergab (*Edinb. New Philos. Journ. Vol. XLVII, p.* 53):

Eisen	69,16
Nickel	4,24
Erdsilicate . .	19,50
	92,90 (?)

III. In Afrika.

23) ? Meteoreisenmasse vom *Vorgebirge der guten Hoffnung* zwischen dem *Sonntags-* und *Boschemanns-Flusse* (P. No. 91), gefunden 1793, bekannt seit 1801 durch Barrow (*Account the travels into the Interior of Africa*), welcher sie aber mit Unrecht für einen Schiffsanker hielt; am ausführlichsten und genauesten ist sie beschrieben von van Marum (Verh. d. Ges. d. Wiss. zu Harlem). Die ganze Masse wog ursprünglich gegen 300 Pfd.; nach ihrer Ueberlieferung in das Harlemer Naturalienkabinet jedoch nur noch 171 Pfd. Sie besteht aus derbem und dichtem, gediegenem Eisen mit wenig und meist fein eingesprengtem Magnetkies (Chladni a. a. O. S. 331 und Partsch a. a. O. S. 131). Das spec. Gewicht variirt nach den verschiedenen Angaben von 6,63 — 7,94.

Wehrle hat folgende Analyse gegeben (Baumg. Zeitschrift f. 1834 S. 222):

Eisen	. . . .	86,775
Nickel	. . .	12,326
Kobalt	. . .	0,899
		100,000.

Diese Masse ist also sehr reich an Nickel. —

24) ? Mehrere Meteoreisenmassen am grofsen *Fischflusse* in der *Capcolonie* wurden von dem Capitain Alexander über einen grofsen Landstrich verbreitet gefunden (Alexander: *Expedit. of Discov. into the Interior of Africa.* 1838. *Lond. Vol. II. App. p.* 272). Aus der geringen Entfernung des Fischflusses in seinem oberen Laufe vom Sonntagsflusse und aus der grofsen Verbreitung der vom Capitain Alexander entdeckten Meteoreisenmassen kann man wohl die Wahrscheinlichkeit einer Identität der beiden Massen No. 23 und 24 folgern. Sir John Herschel hat in dem von Alexander ihm übergebenen Stücke 4,01 Procent Nickel gefunden (*Lond. etc. Philos. Mag.* 3 *S. Vol. V, p.* 32).

25) ? Eisenmasse vom *Senegal* (P. No. 90). Es finden sich mehrere Fragmente davon am oberen Senegal in Afrika, besonders im Lande Siwatik und im Lande Bambuk. Diese Eisenmassen sind in Europa bekannt geworden durch die Reisebeschreibungen von Compagnon, durch das Lehrbuch der Krystallographie von Romé de l'Isle (III, p. 166) und von Wallerius (Mineralogia 1778 p. 233), durch Forster's Beiträge zur Länder- und Völkerkunde Th. I, S. 61 und durch Golberry in seinen *Fragmens d'un voyage en Afrique* (1802) *I, p.* 291 (Chladni a. a. O. S. 334).

Die Stücke müssen über eine sehr grofse Strecke verbreitet seyn, da die Eingebornen schon seit langer Zeit Gefäfse aus ihnen verfertigen. Es ist nach Partsch (Partsch a. a. O. S. 135) derbes und dichtes gediegenes Eisen, an welchem nur sehr selten eine geringe Einmengung von Schwefelkies und keine Höhlungen wahrzunehmen sind; die Widmannstaedtenschen Figuren treten wenig oder gar nicht hervor. Nach einer Analyse von Howard enthält die Masse 5 Procent Nickel.

IV. In Amerika.

1. In Grönland.

26) ? Eisenmasse von *Grönland* in einer »*Sowallik*« genannten Gegend an der nördlichen Küste der Baffinsbai unter 76° 22′ n. Br. und 58° w. L. von Greenw.; sie ist bekannt seit 1819 durch die Reise des Capit. Ross. Es sollen sich, nach der Aussage der Eskimo's, noch mehr Stücke solcher Massen in jenen Gegenden finden. Das spec. Gew. ist = 7,72 nach C. Rumler; die Masse gehört somit zu den schwereren (Partsch a. a. O. S. 135).

2. In den Vereinigten Staaten Nordamerika's.

(Ueber alle die in dieser Abtheilung enthaltenen Meteoreisenfälle vergl. man zu näherer Belehrung *Sill. Journ.* 2 *S. Vol. IV, p.* 74—88.)

27) ? Eisenmasse im Bezirke (County) *Walker* (*Alabama*), beschrieben von Troost (Sill. Journ. Bd. 49, S. 344). Die ganze Masse ist erst seit 1839 oder 1840 bekannt; sie wiegt 1165 Pfund, ist ohne Höhlung und zeigt auch keine Widmannstaedtenschen Figuren, was ihren Mangel an Nickelgehalt documentirt. Und in der That hat auch die Analyse ergeben, dafs diese Masse eine beinahe reine, gediegene Eisenmasse ist: Eisen 99,89 und Spuren von Kalk, Magnesium und Aluminium. Das spec. Gew. = 7,265.

28) ? Eisenmasse von *Scriba* im Bezirk *Oswego* (*New York*), gefunden i. J. 1834 und beschrieben von Shepard i. J. 1841 (Sill. Journ. Bd. 40, S. 366). — Diese Masse gehört ebenfalls zu denen, welche aus reinem, homogenem Eisen bestehen, und ähnelt auch in vielen andern Stücken dem vorigen, so dafs man auch ihr einen meteorischen Ursprung zuschreiben mufs, obwohl ihr sonst alle die Stoffe fehlen, deren Dasein einen aufser-tellurischen Ursprung aufser Zweifel setzen. — Beide Massen (27 u. 28) sind homogene dehnbare Körper; vorliegende Masse hat ein spec. Gew. von 7,5 und besteht aus:

Eisen	99,68
Kieselerde . . .	0,20
Kalkerde u. Thonerde	0,09
	99,97.

29) ? Eisenmasse von *Babbs-Mill* im Bezirke *Green* (*Tennessee*), gefunden im Jahre 1842 und beschrieben von Troost i. J. 1845 (Sill. Journ. Bd. 49, S. 342); sie besteht aus zwei Fragmenten von resp. 12 bis 13 und 6 Pfd. Die bei anderen Meteoreisenmassen gewöhnliche Eisenkruste ist hier durch breite Flecke von dünner, gelblicher Ocker-Incrustation ersetzt. Die Masse ist vollkommen dicht und zeigt polirt eine hellere Färbung, als die des Stahles; auch treten bei Behandlung mit Salpetersäure überall statt der krystallinischen Figuren kleine weifsliche Fleckchen über die ganze Oberfläche zerstreut hervor. Diefs zeigt einen bedeutenden Nickelgehalt an, und in der That fand Troost die Zusammensetzung der Masse aus:

Eisen 87,58 und Shepard sogar: 85,30 Eisen
Nickel 12,42; spec. Gew. = 7548 14,70 Nickel
100,00. nebst Spuren von Calcium, Magnesium und Aluminium.
100,00 [1]).

30) ? Eisenmasse von *Claiborne* (nicht Clairborne) im Bezirke *Clarke* (*Alab.*) P. No. 92, gefunden 1834 und beschrieben 1834 von Jackson (Sill. Journ. Bd. 34, p. 332). Die ganze Masse wiegt 40 Pfd. und besteht nach Jackson aus:

Eisen	66,560	
Nickel	24,708	
Chrom u. Mangan	3,240	
Silcium	4,000	
Chlor	1,480	spec. Gew. = 6,5
	99,988.	

1) Nach einer neueren Analyse von W. S. Clark (Woehler u. Liebig's Annalen der Chemie 1852. Hft. 6) besteht die Masse von *Babbs-Mill* aus:

Eisen	80,594
Nickel	17,104
Kobalt	2,037
Unlösl. Phosphormetalle . .	0,124
	99,859.

Diese Masse ist auch dadurch merkwürdig, dafs in der Hauptmasse, welche aus derbem und dichtem, gediegenem Eisen besteht, eine so feine und gleichmäfsige Vertheilung von Magnet- oder Schwefelkies-Körnern stattfindet, wie in keinem anderen Meteoreisen (Sillim. Amer. Journ. f. 1845). —

31) ? Eisenmasse von Smithland im Bezirke *Livingston (Kentucky)*, gefunden 1840 oder 1841, aber als unbrauchbar weggeworfen; es scheinen sehr viele einzelne Stücke dieser Masse niedergefallen zu seyn, da Troost zu Nashville von mehreren verschiedenen Personen Proben davon zur Ansicht bekam, welche des grofsen Glanzes wegen wähnten, es sey Silber darin vorhanden, und sie deshalb wieder mit sich fortnahmen. Erst im Jahre 1846 gelang es Troost durch einen Freund, welcher in der Gegend des ersten Fundortes Ländereien kaufte, sichere Nachrichten hierüber zu erhalten. Es ist aber nur eine einzige Masse gefunden worden; davon seyen einzelne Stücke losgeschlagen und in einer Schmiede verarbeitet worden. Das einzige noch in natürlichem Zustande befindliche Stück wiegt 8 bis 10 Pfund. Die untersuchte Probe ist eine merkwürdige Varietät mit feinkörnigem Bruche dem Stahle ähnlich, aufserordentlich fest und ganz ohne eine krystallinische Structur. Die unvollkommene Analyse ergab 10 Proc. einer zum gröfsten Theile aus Nickel bestehenden Metalllegirung neben 90 Proc. Eisen (Sill. Journ. 2. S. Bd. II, S. 357).

32) (1835 Juli 31. od. Aug. 1. zwischen 2 und 3 Uhr Nachmitttags?) fiel im Bezirk *Dickson (Tenn.)* eine Eisenmasse herunter, — das erste Beispiel einer derartigen in N. Amerika wirklich beobachteten Erscheinung. Die Explosion erfolgte mit einem furchtbaren Getöse über einem Baumwollenfelde. Die Masse selbst wurde aber erst bei dem Umpflügen des Feldes gefunden, aus den von der Masse bei ihrem Streifen auf dem Boden verursachten Furchen kann man schliefsen, dafs die Masse in ziemlich geneigter Richtung auf die Erde gelangt sey, und dafs ihre Bewegung von W. nach O. gerichtet war. Die eine

Seite der Masse ist flach, die andere gebogen und tropfenähnlich. (Sill. Journ. 2. S. Bd. IV. S. 74 ff.).

33) ? Eisenmasse von *Texas* (am *Red River* im Staate *Louisiana,* 100 Meilen oberhalb Natchitoches). P. No. 79. — Diese merkwürdige Masse ward 1808 von dem Capit. Anthony Glass in dem Gebiete der Hietam-Indianer entdeckt, welche sie als einen Gegenstand der Verehrung ansahen; zwei Gesellschaften von Speculanten forschten nach ihr, und die eine brachte sie nach New-Orleans; dort beschrieb sie Bruce (1810) als 3′ 4″ lang, und 2′ 4½″ breit. Die Indianer wollten in der Nähe noch eine kleine Masse kennen; man hat aber keine Stücke mehr gefunden. Das ursprüngliche Gewicht wird auf 3000 Pfd. angegeben. Shepard bestimmt es aber auf 1635 Pfd.; das Mittel mehrerer chemischen Analysen giebt folgende Zusammensetzung (Sill. Amer. Journ. 2. S. Bd. II, S. 370):

Eisen	90,911		
Nickel	8,462	spec. Gew.	=7,4
Unl. Phosphorverbindungen	0,500	n. Rumler	=7,8
	99,873.		

34) ? Eisenmasse von *Burlington* im Bezirke *Otsego* (N. Y.), gefunden i. J. 1819 von einem Pächter und beschrieben von Prof. Sillim. jun., 1844 (Sill. Amer. Journ. Bd. 46, S. 401). Die Masse wog ursprünglich 150 Pfd., und zeigte bei Behandlung mit Säure eine dem krystallisirten Zinn ähnliche Erscheinung des »*moirée metallique.*« Sie ist so hart, wie keine andere in N. Amerika. Rockwell giebt an, dafs sie aus 92,29 Eisen und 8,146 Nickel bestände. Shepard's Analyse dagegen ergab:

		W. S. Clark fand (l. c.)	
Eisen	95,200	Eisen	89,752
Nickel	2,125	Nickel	8,897
Schwefel u. Verlust	2,175	Kobalt	0,625
Unlöslich . . .	0,500	Mangan u. Kupfer	?
	100,000.	Unl. Phosphormet.	0,703
			99,799.

Die unter den letzten 6 Nummern (29 bis 34 incl.) angeführten Meteoreisenmassen zeichnen sich alle durch

ihre fein-krystallinische Structur aus; die folgenden 5 Nummern zeigen dagegen eine grob-krystallinische.

35) ? Eisenmasse vom Bezirke *De Kalb* (*Tenn.*). Es ist von dieser Masse noch nicht viel bekannt, aufser dafs sie viel Aehnlichkeit mit der vom Bezirke Cocke (*Tenn.*) hat (s. daher No. 47).

36) ? Eisenmasse von *Asheville* im Bezirk *Buncombe* (*N. Carolina*) P. No. 83, bekannt seit 1839 durch Upham Shepard (Sillim. Amer. Journ. Bd. 36, S. 81). Die runde Masse ward lose auf dem Boden gefunden; sie ist, wie Partsch sie beschreibt (Partsch a. a. O. S. 116), derbes und dichtes gediegenes Eisen, mit etwas Magnetkies gemengt, und stellt auf den polirten Flächen durch Aetzen sehr ausgezeichnete, feinstreifige Widmannstädten'sche Figuren dar. Das Asheviller Eisen zeichnet sich vor allen anderen Eisenmassen durch seine ausgezeichnete blättrige Structur aus; auch zeigt es eine sehr grofse Tendenz, durch Oxydirung in Octaëder und Tetraëder parallel den octraëdrischen Theilungsflächen zu zerklüften, und so nach und nach ganz zu zerfallen. Das spec. Gew. beträgt nach Shepard 6,5 bis 8,0; nach C. Rumler 7,90; die Masse gehört also unstreitig zu den schwereren. Shepard's neuere Untersuchungen über diese Masse haben die Gegenwart von 5 Proc. Nickel, 0,5 Proc. Silicium und Spuren von Kobalt, Magnesium und Phosphor gezeigt. Eine frühere Analyse ergab:

Eisen	96,5
Nickel . . .	2,6
Silicium . . .	0,5
Chlor	0,2
Kobalt, Arsenik, Schwefel u. Kohle	Spur
	99,8.

37) ? Eisenmasse vom Bezirke *Guildford* (*N. Car.*) P. No. 81, bekannt seit 1830 durch Upham Shepard, welcher diese Masse anfänglich für tellurisches Eisen hielt (*Treatise on Mineralogy. Vol. II, p.* 70); in dem Jahre 1841 aber erkannte er schon ihre meteorische Natur; das

ursprüngliche Gewicht ist unbekannt, da die Schmiede der Umgegend sich Stücke davon zu ihrem Gebrauche losschlugen. Sie ist derbes und dichtes, gediegenes Eisen; die polirten Flächen zeigen die Widmannstaedten'schen Figuren sehr deutlich; das spec. Gewicht beträgt nach C. Rumler 7,67. Shepard hat aus seiner Analyse gefunden:

Eisen . . .	92,750
Nickel . .	3,145
Magnetkies .	0,750
	96,645.

38) ? Eisenmasse von *Carthago* im Bezirke *Smith* (*Tenn.*), bekannt seit 1844 und beschrieben 1846 von Troost (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. II, p. 356); die Masse wog 280 Pfd.; sie ist ebenfalls derbes und dichtes, gediegenes Eisen mit nur wenigen Krystallen an der Oberfläche; an einem abgetrennten polirten Stücke von 39 Pfd. zeigten sich die Widmannstaedten'schen Figuren auf die ausgezeichnetste Weise. Die Masse hat keine heterogenen Einmengungen und enthält nach einer oberflächlichen Analyse Nickel in grofser Menge. —

39) ? Eisenmasse vom Bezirke *Jackson* (*Tenn.*) beschrieben 1846 von Troost (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. II, p. 356); die in dessen Besitz befindliche Masse wiegt 15 Unzen und ist eine Zusammenhäufung von grofsen Krystallen, Octaëdern und Tetraëdern, die aus weichem, schmiedbaren Eisen bestehen. —

Als zu dieser Gruppe gehörig können noch betrachtet werden:

40) ? Eisenmasse vom Bezirke *Grayson* (*Virginia*). beschrieben 1842 von Rogers (Sill. Amer. Journ. Bd. 43, p. 169); er fand darin 6,15 Proc. Nickel.

41) ? Eisenmasse vom Bezirke *Roanoke* (*Virg.*) Rogers fand in ihr u. A. *Chlor* (Sill. Amer. Journ. Bd. 43, p. 169).

42) ? Eisenmasse von *Franconia* (*New - Hampshire*), welche nach F. Dana gediegenes Eisen ist (Sill. Amer Journ. 2 S. Vol. V. p. 87).

43) ? Eisenmasse von *Newberry* (*S. Carolina*) in den *Ruff's mountains;* sie ist erst seit 1850 bekannt. Nach Shepard (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. X. p. 128) ähnelt sie den Massen von Texas, Carthago mehr als irgend eine andere; sie unterscheidet sich von ihnen nur durch Adern, welche mit einem eigenthümlichen Kies angefüllt sind. Das spec. Gew. der inneren Masse ist =7,01 bis 7,10; das der äufseren: 5,97 bis 6,80. Die Zusammensetzung ist:

Eisen	96,000
Nickel	3,121
Chrom, Schwefel, Kobalt, Magnesium u. Chlor	Spur
	99,121.

Die nachfolgenden Meteoreisenmassen Nord-Amerika's gehören zu den heterogenen, dehnbaren Körpern, aus welchen Shepard in seiner Eintheilung der Meteorite (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. II. p. 376 ff.) eine eigene Ordnung gemacht hat; sie ähneln alle mehr oder weniger der bekannten Pallas-Eisenmasse von Sibirien.

44) ? Eisenmasse von *Hommoney-Creek* im Bezirke *Buncombe* (*N. Carolina*), 10 Meilen westlich von Asheville auf einem Felde gefunden i. J. 1845, und 1847 beschrieben von Shepard, welchem es gelungen war, ein Stück davon zur Untersuchung zu erhalten. Es scheinen mehrere Fragmente dieser Masse zu existiren; denn das Stück, durch welches man die erste Nachricht einer Meteoreisenmasse in jener Gegend erhalten hatte, und welches 5 bis 6 Pfd. wog, war bei späterer Nachsuchung spurlos verschwunden; wohl aber entdeckte man an demselben Fundorte ein weit gröfseres Stück von 27 Pfd., und dieses konnte nun Shepard seiner Untersuchung unterwerfen; es ist an der einen Seite flach gedrückt, als ob es in erweichtem Zustande auf eine ebene Fläche gefallen sey; die anderen Seiten aber sind höchst unregelmäfsig, und mit vielen Höhlungen und Unebenheiten versehen. Die äufsere Gestalt hat somit Aehnlichkeit mit der Braunauer Masse und man kann viel-

leicht die Verschiedenheit der äufseren Oberfläche dadurch erklären, dafs man (mit Beinert) annimmt, dafs die abgeplattete Seite der Masse durch nachwirkenden, — die convexe mit ihren Höhlungen durch entgegenwirkenden Druck der Erdatmosphäre auf die glühende Dunstatmosphäre des Meteors entstehen.

An einer Stelle der Oberfläche befinden sich in der Höhlung einige gelbliche, olivinartige Körner; überhaupt hat die ganze Oberfläche eine äufserst vesiculäre Structur; die Höhlungen haben einen Durchmesser von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll; je tiefer man in die Masse eindringt, desto kleiner werden die Höhlungen, so dafs vielleicht im Innern die Masse vollkommen dicht ist. *Die* Stellen der Oberfläche, deren Structur nicht zu blasig ist, zeigen höchst ausgezeichnet die Widmannstaedten'schen Figuren. — Shepard findet hierin, sowie in der blasigen Structur der Oberfläche eine Aehnlichkeit mit der Bitburger Masse.

Das spec. Gew. nach Shepard = 7,32 und die Zusammensetzung:

Eisen mit Spuren von Chrom u. Kobalt	98,19
Nickel	0,23
Kohlenstoffhaltige unlösliche Materie .	1,58
	100,00.

Die olivinartigen Körner bestehen aus Kieselerde, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd. [1])

45) ? Eisenmasse von *Lockport*, gefunden 1818 und beschrieben von Silliman jun. (Sill. Amer. Journ. Bd. 48 p. 390); sie besitzt krystallinische Structur und schliefst weifse und gelbe Kiese ein; ihr spec. Gew. ist = 7,32.

Olmsted jun. hat schon früher eine Analyse dieses Meteoreisens gegeben (I) (Sillim. Amer. Journ. Bd. 48, p. 388); später auch B. Silliman jun. und S. Hunt (II) (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. II. p. 376).

1) Nach einer neueren Analyse von W. S. Clark (Woehler etc. Ann 1852. B. VI. p. 367) enthält diese Masse:

Eisen	93,225	Silicium	0,501
Nickel u. Kobalt	10,236	Schwefel	0,543
Mangan . . .	?	Phosphor	?
Kupfer u. Zinn	0,099	Graphit	4,765
			99,369.

	I.	II.
Eisen	95,540	92,583
Nickel	5,037	5,708
Kupfer Arsenik		} Spuren
Unlösl. Materie		1,140
	100,577.	99,431.

und diese besteht aus

Eisen	44,1
Nickel	24,5
Phosphor	11,4
Silicium	10,0
	90,0.

Eine Analyse der eingeschlossenen Kiese fehlt noch. Merkwürdig ist der Umstand, dafs beide Analysen übereinstimmend keinen Kobalt in der Eisenmasse nachgewiesen haben, welchen man doch sonst allgemein für einen nie fehlenden Bestandtheil des Meteoreisens ansieht. Alle Flüssigkeiten, alle Niederschläge wurden untersucht, selbst das Löthrohr nahm man zu Hülfe: aber keine Spur von Kobalt war zu entdecken; und doch mufs sie jenen Chemikern entgangen seyn, denn Shepard ist es später gelungen, Kobalt in dieser Masse nachzuweisen. Die Anwesenheit von Kobalt in derselben wird auch darum noch um so wahrscheinlicher, weil der ganze äufsere Habitus und die Trennung der ganzen Masse in eine Grundmasse von gediegenem Eisen und in einen eingewachsenen Körper von Schwefelkies, ebenso wie die chemische Zusammensetzung der ganzen Masse die gröfste Analogie zwischen den Braunauer und Lockporter Massen zeigt und in der Braunauer Masse finden wir nach der Analyse von Fischer und Duflos 0,529 Proc. Kobalt; mithin könnte die Lockporter Masse auch Kobalt enthalten und keine Anomalie zeigen, sondern in allen Stücken sich ganz wie alle anderen meteorischen Eisenmassen verhalten.

46) ? *Eisenmasse von Black-Mountains*, 15 *Meil. östl. von Asheville* (*N. Carolina*) gefunden 1840 und beschrieben durch Shepard (Sill. Amer. Journ. 2 S. Bd. IV.

p. 82). Das Stück, welches seiner Untersuchung vorlag, wog 21 Unzen; wahrscheinlich ist es nur ein Theil einer weit gröfseren Masse; die Structur ist durchgängig krystallinisch; die Masse ist von Adern von Magnetkies durchzogen und ähnelt überhaupt sehr der folgenden No. (47); sie enthält ebenso, wie diese, noch einige rundliche, unregelmäfsige Körnchen einer graphitartigen Materie, und in dieser wieder einige Partien von Magnetkies. Das spec. Gew. ist =7,261 und die Zusammensetzung nach Shepard:

Eisen	96,04
Nickel	2,52
Unlösl. Materie u. Verlust	1,44
	100,00.

47) ? Eisenmasse von *Cosby-Creek* im Bezirke *Cocke* (*Tenn.*) beschrieben 1840 von Troost (Sillim. Amer. Journ. Bd. 38, p. 250) und 1842 und 1847 von Shepard (Sill. Amer. Journ. Bd. 43, p. 353 u. 2 S. Bd. IV, p. 83). Die diese silberglänzende Masse auffindenden Personen versuchten Anfangs, in ihrem Wahne, Silber in ihr zu entdecken, sie mit dem Hammer zu zerstören; als ihnen diefs nicht gelang, liefsen sie sie lange Zeit auf dem Felde liegen und bearbeiteten sie sodann abermals mit Meifsel und Hammer, und trennten endlich einzelne Fragmente davon ab; hernach brachte man die Masse in eine Schmiede und verarbeitete sie zu vielen Geräthschaften. Die Masse soll ursprünglich 20 Centner gewogen haben, und es sind von ihr nur noch kleine Splitter übrig geblieben! So hat menschliche Habgier und Unwissenheit einen der köstlichsten Schätze der Wissenschaft muthwillig zerstört! —

An demselben Fundorte der grofsen, ersten Masse ward später von einem Soldaten eine zweite von 112 Pfd. Gewicht entdeckt; dieses Stück ist im Besitze von Dr. Troost; es ist derbes und dichtes gediegenes Eisen mit wenig Magnetkies aber mit viel *Graphit* (nach Troost) gemengt. Das spec. Gew. beträgt nach C. Rumler 7,26 (Partsch

a. a. O. S. 151); das des eingeschlossenen Körpers von Magnetkies nach Shepard 4,454; die chemische Zusammensetzung ist:

Eisen	87,0
Nickel	12,0
Kohle	0,5
Verlust	0,5
	100,0.

48) ? Eisenmasse von *Südcarolina* vor einigen Jahren am Columbiaflusse gefunden.

49) ? Eisenmasse von *Munfresboro* im Bezirk *Rutherford* (*Tenn.*); diese Masse wurde zufällig gefunden und längere Zeit geheim gehalten, weil man Silber und Gold darin vermuthete wegen ihrer hellen Farbe und ihres grofsen Glanzes. Nach Troost (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. V. p. 351) besteht diese Masse aus:

Eisen	96,00	
Nickel	2,40	(also weniger, als die anderen Meteoreisenmassen von Tennessee)
Unlösl. Materie	1,60	
	100,00.	

Die nachfolgenden Meteor-Eisenmassen Nordamerika's sind solche, welche Shepard als *zerbrechliche Massen* (*brittle*) in die dritte Ordnung der Meteoreisenmassen einreihet. Die beiden ersten enthalten reines, gediegenes Eisen; die dritte ist eine Verbindung von Eisen mit anderen Metallen.

50) ? Eisenmasse vom Bezirke *Randolph* (*N. Carolina*); sie wog ursprünglich 2 Pfd. Sie ist von Shepard, 1830, als gediegenes Eisen beschrieben worden (Sill. Amer. Journ. Bd. 17, p. 140), und schon 1822 von Olmsted besprochen (Sill. Amer. Journ. 2 S. Bd. V. p. 262); sie besteht aus äufserst dünnen Blättchen und hat ein spec. Gew. von 7,618. Shepard hat in dieser Masse kein einziges Metall neben dem Eisen entdeckt, aufser eine Spur von Kobalt.

51) ? Eisenmasse vom Bezirke *Bedford* (*Pennsylvanien*),

1828 von **Shepard** als gediegenes Eisen beschrieben (**Sill.** Amer. Journ. Bd. 14. p. 183) mit einem geringen Gehalte von Arsenik; sie gleicht der vorigen an Structur und Farbe, Härte und Glanz; ihr spec. Gew. ist =6,915.

52) ? Eisenmasse im Bezirke *Otsego* (N. Y.), die kleinste unter allen bekannten Eisenmassen; ihr Gewicht beträgt nur 276 Gramme; ihre Gestalt ist tropfenähnlich und ihre Structur blättrig; auch ist die Masse sehr hart und es finden sich in ihr kleine (oft mikroskopische) Körner von Magnetkies. Die chemische Analyse ergab in dieser kleinen Masse die Anwesenheit von Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt, Schwefel, Kohle, Zinn (?) und Chrom (?) —

3. In Mexico.

53) ? Eisenmasse von *Zacatecas*, P. No. 87, den Eingebornen seit undenklichen Zeiten bekannt, den Europäischen Gelehrten aber erst seit 1804 durch **Sonneschmidt's** Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerksreviere in Mexico oder Neu-Spanien S. 192 u. 288; man schätzt das Gewicht dieser Masse auf 30 Centner; die Masse selbst ist 4½ Fufs lang und 1½ Fufs breit und heifst in der Volkssprache »*la piedra di fierro.*« Die eine Seite war flacher, als die andere (ähnlich wie bei den Massen von Braunau und Hommoney-Creek). Sie ist derbes und dichtes gediegenes Eisen, in welches nach **Burkart** (Aufenthalt und Reisen in Mexico in d. J. 1825 bis 1834 Bd. I. S. 389) eine ganz ungewöhnliche, durch die ganze Masse zerstreute Menge von Magnetkies (und auch Schwefelkies) in meist rundlichen Partien eingewachsen sich befindet. **Sonneschmidt** beschrieb sie ohne alle Beimengungen, und **Alex. v. Humboldt** hielt sie ihrer äufsern Gestalt nach für ähnlich der Pallas-Masse. Die Widmannstaedten'schen Figuren zeigen sich sehr schwach, weil die Säure den Magnetkies zu sehr angreift. — Das spec. Gew. dieser Masse variirt nach **Sonneschmidt** von 7,2 bis 7,625, **Burkart** bestimmt es zu 7,5 und C. **Rumler** zu 7,55 (**Partsch** a. a. O. S. 151). —

Bergemann in Bonn hat folgende Analyse dieser Meteoreisenmasse veröffentlicht (Chem. Pharmac. Centr.-Bl. 1850 No. 16):

Nickeleisen	93,77
Magnetkies	2,27
Chromeisen	1,48
Phosphor-Nickel-Eisen	1,65
Kohle	0,49
	99,66.

Eine neuere Analyse s. **Pogg.** Ann. Bd. 78, S. 408 u. Bd. 79 S. 479.

54) ? Eisenmasse von *Charcas* (einige Meilen östlich von *Zacatecas*), vielleicht nur ein Stück derselben Masse, wie die von Zacatecas, denn beide sind nach authentischen Nachrichten aus einem 12 Meilen nördlicher gelegenen Orte, *San José del sitio*, nach ihrem Auffindungsorte gebracht worden; es sollen daselbst im Kalktuffe fern von allen Eisenlagerstätten noch mehrere Stücke einer ähnlichen Masse sich befinden. **Burkart**, dem wir über die beiden Massen von *Zacatecas* und *Charcas* die neuesten und sichersten Nachrichten verdanken (a. a. O.) hält sie ebenfalls für Theile derselben Masse, da ihr äufseres Ansehen, ihr hackiger Bruch, ihre licht-stahlgraue Farbe, ganz ähnlich sind. Die Masse von Charcas wiegt 8 bis 9 Centner.

55) ? Eisenmasse von *Durango*, P. No. 80, seit 1811 durch **Alex. v. Humboldt** bekannt (*Essai sur la Nouv. Espagne Chap.* 8, *p.* 293); sie soll nach ihm 300 bis 400 Centner schwer seyn. **Chladni** glaubt, sie rühre von derselben Masse her, wie die von Zacatecas und Charcas; sie dürfte aber eher von *Toluca* herrühren. Die Masse ist derbes und dichtes gediegenes Eisen mit wenig beigemengtem Magnetkies und von ausgezeichnet blättriger Structur. Das spec. Gew. ist nach C. **Rumler** sehr bedeutend, nämlich =7,88 (**Partsch** a. a. O. S. 151).

56) ? Eisenmasse von *Toluca* bei *Xiquipilco*, P. No. 75, seit 1784 durch die *Gazeta di Mexico* bekannt und hieraus

durch Chladni (Chladni a. a. O. S. 339). Das Eisen ist so rein und gediegen, dafs man nach Chladni Nichts weiter nöthig hat, als Erhitzung, um Alles daraus zu schmelzen. Die Indier der Umgegend gebrauchten es auch zur Verfertigung von allerlei Geräthschaften. Das spec. Gew. ist nach Rumler =7,72.

57) ? Eisenmasse aus der *Sierra blanca*, 3 Meilen von *Villa nueva di Huaxuquilla*; es sind dort, wie die *Gaz. di Mex.* meldet, einige Klumpen von gediegenem Eisen gefunden worden, von 20 bis 30 und mehr Centner Gew.

4 In Süd-Amerika.

58) ? Eisenmasse von *Rasgatà*, nordöstlich von *Sa. Fè de Bogotà*, in der Nähe der Salinen von Zipaquiña in der Republik *Neu Granada*, P. No. 88, gefunden im Jahre 1810 und bekannt seit 1823 durch Mariano di Rivero und Boussingault (*Ann. de Chim. et de Phys.* 1824). Es scheinen mehrere Stücke einer und derselben Masse vorhanden gewesen zu seyn; die beiden gröfsten wogen 73 und 39 Pfd. Die Masse ist ebenfalls derbes und dichtes gediegenes Eisen; Schwefelkies füllt einige Höhlungen aus. Die Analyse von Boussingault ergab einen nicht unbeträchtlichen Nickelgehalt (*Ann. de Chim.* a. a. O.); nach Partsch aber haben die Wiener Analysen derselben Massen *keinen* Nickel nachweisen können (Partsch a. a. O. S. 128). Das spec. Gew. ist =7,6. [1])

59) ? Eisenmasse von *Santa Rosa* in *Columbien* (*Neu-Granada*), nach Partsch ganz der vorigen Masse ähnlich (Partsch a. a. O. S. 128).

60) ? Eisenmasse von *Atacama* (bei dem Dorfe San Pedro, 20 Legua's von dem Hafen Cabija entfernt, in der Republik Bolivia (*Peru*), an der Gränze von Chile, P. No. 70, seit 1827 bekannt; aufser der 3 Centner schweren Hauptmasse sollen noch viele kleinere Stücke zerstreut herumliegen. Partsch beschreibt diese Masse folgendermafsen (Partsch a. a. O. S. 85):

»Ein Gemenge von gediegenem Eisen mit einem glei-

1) s. Anhang zu den Meteoreisenmassen.

chen Verhältnifs von lichtgrünem, fast grünlich-weifsem Olivin, der aber nur in sehr geringer Menge vorhanden ist. Das metallische Eisen bildet ein ästiges, oder schwammförmiges von dem Olivin ausgefülltes Gerippe.«

Die Masse gehört somit zu der Gruppe des Pallas-Eisens. Das spec. Gew. beträgt nach Turner 6,68; nach C. Rumler 7,44 bis 7,66; das des Olivin dieser Masse 3,33. —

Anmerk. Nach einem Schreiben von Darlu aus Valparaiso findet man in der Wüste von Atacama auf jedem Schritte Aërolithen und in der Argentinischen Republik bei Sant Yago del Esseros sind sie so häufig, dafs man sie dazu anwendet, Eisen daraus zu gewinnen (*l'Institut. No.* 598).

61) ? Eisenmasse von *Potosi* bei Bolivia, P. No. 70; bekannt seit 1839 durch Hippolyte Julien, einem französischen Schiffslieutenant, welcher sie bei seiner Rückreise aus jener Gegend mitgebracht hatte (*l'Inst. No.* 8 (1839 Febr. 24) > *Lond. etc. Phil. Mag.* 3 *S. Vol.* 14 *p.* 394).

Sie besitzt ein spec. Gew. von 7,736 und besteht aus:

Eisen	90,241
Nickel	9,759
	100,000.

Partsch hält diese Masse für identisch mit der vorigen (von *Atacama*); jedoch scheint ihre Zusammensetzung eine ganz andere zu seyn, wenn auch äufsere Aehnlichkeit vorhanden seyn mag.

62) ? Eisenmasse von *Bahia* (am Bache Bemdegó, nördlich vom Monte santo in *Brasilien*), P. No. 86, gefunden 1784 und bekannt seit 1816 durch A. F. Mornay's Bericht (*Phil. Transact.* 1816 *P.* II. > *Tilloch. Phil. Magaz. Dec.* 1816, *p.* 417 bis 424). Die Masse ist 7 Fufs lang, 4 Fufs breit und 2 Fufs dick, ihr Gewicht beträgt nach Martius 17300 Pfd. (Reise in Brasilien Bd. II. S. 376). Sie ähnelt in allen Stücken der Masse von Bohumilitz, sie enthält so, wie diese, auch aufser dem Magnetkies noch denselben problematischen schwarzen Körper beigemengt.

Ebenso enthält nach einer Analyse von Wollaston die Masse von Bahia 4 Proc. Nickel (die von Bohumilitz 4,01). Ihr spec. Gew. ist nach Martius: 7,73 nach Rumler: 7,48.

63) ? Eisenmasse von *Tucuman* (15 Meilen von *Otumpa* im Staate San Jago del Estero der Argentinischen Republik La Plata) P. No. 89. Diese Masse wurde von Don Miguel Rubin de Celis i. J. 1783 gefunden und seitdem erst bekannt (*Philos. Transact. f.* 1788); sie ward auf 300 Centner Gewicht geschätzt; sie ist derbes und dichtes gediegenes Eisen mit gröfseren oder kleineren Höhlungen, welche ganz oder theilweise mit Schwefelkies ausgefüllt sind. Howard und Proust haben *Nickel* darin gefunden; ersterer sogar 10 Proc.; spec. Gew. =7,54 bis 7,64. Im Allgemeinen hat die Masse grofse Aehnlichkeit mit der vom Senegal.

Uebersichts - Tabelle

der in die verschiedenen Monate des Jahres fallenden Erscheinungen von *Feuermeteoren* und *Meteoriten.* [1])

(Anhang zum X. Nachtrag.)

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		Januar.			
587. 1		alt. Stil			
745. 1		—			
	765. 8	[2])			
(849. 2)					
(1446. 27)		a. St.			
			1496. 26	Cesena (Italien)	(od. 28)
(1529. 9)					
1537. 16					
(1551. 28)					
(1556 11)					
(1560. 30)					
(1570. 10)					
			1583. 9	Abruzzen (Ital.)	
			1622. 10	Devonshire (England)	
1648. 8					
1648. 10					
1651. 7					
1661. 20					
	1665. 9				
1676. 24					
			(1686. 31)	Baudten (Schlesien)	
1690. 2			(1690. 2)	Jena (Thüringen)	
			1697. 13	Siena (Italien)	
1700. 7					
1717. 4	1717. 4				
1721. 26					
1723. 6					
1726. 1					
1745. 13					
1756. 2					
— 15					
— 21					
— 26					
1761. 26					
1763. 13					
1763. 15					
			1776. ?	Italien	

1) Wo keine weitere Bezeichnung steht, ist das Datum *neuen Stils*, oder nach dem gregorian. Kalender genommen.

2) Einige sich aus dieser Tabelle in Bezug auf die *Periodicität* der Feuermeteore ergebende Bemerkungen behalte ich einer späteren Mittheilung vor. D. Verf.

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Januar.		
1785. 10					
1793. 13					
			1796. 4	Belaja Zerkwa (Russl.)	
1803. 21			(1803. 21)	Schlesien	(Sternschn. materie.)
1810. 2					
			1810. 7	Caswell (N.-Amerika)	
1812. 28					
— 30					
1813. 27					
1814. 27					
1816. 8					
1818. 18					
— 28					
1822. 11					
— 14					
— 25					
1823. 24					
1824. 13			1824. 13	Arenazzo (Ital.)	
1825. 2	1825. 2				
			1825. 16	Hindostan	
1825. 17					
— 24					
1828. 18					
1831. 1					
— 12					
— 28					
1832. 2		zweimal			
1834. 30					
	1835. 2				
1835. 13					
— 18			1835. 18	Löbau (Lausitz)	
— 23					
1836. 12					
1837. 5					
			1837. 15	Ungarn	
1838. 2	1838. 2		1838. 2		
	1839. 2		1839. 2		
1839. 6					
— 12					
	1840. 2				
1840. 8					
1843. 2					
1844. 20					
— 25					
	1844. 26				
1845. 16					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		Januar.			
1845. 21					
— 27					
— 31	1845. 31	3 Feuerk.			
1846. 16			(1846. 16)	Frankreich	Feuersbr.
1847. 6					
— 10	1847. 10				
	— 11 u. 15				
1848. 2	1848. 2 b. 4				
— 11					
— 12					
— 19					
— 20					
— 21					
— 26					
— 27					
1849. 9					
	1849. 18				
— 28					
1850. 8		in Summa:			in Summa:
— 30	1850. 30	85 Fk.			15 Met.
		Februar.			
	(741 ?)				
	763 ?				
	(807. 26)	a. St.			
	(808. 24)	—			
(836?)	(836 ?)				
(838. 21)	(838. 21)				
(839 ?)	(839 ?)				
(912. 7)	(912. 7)				
	913. 8				
(918. 7)	(918. 7)				
(919. 7)	(919. 7)				
	(930. 24)				
(937. 20)	(937. 20)				
1095. 24					
(1104 ?)	(1104 ?)				
1106. 19	1106. 19				
(1307. 24)	1307. 24	a. St.			
(1545 ?)					
(1546. 10)					
1584. 19					
1643 6					
1647. 18			1647. 18	Zwickau (Sachsen)	
1660. 23					
1671. 27			1671. 27	Ortenau (Schwaben)	

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
Februar.					
1676. 21					
1678. 6			(1678. 6)	Frankfurt a. M.	
1719. 22					
1722. 1					
1726. 4					
1740. 23					
1750. 9					
1754. 26					
1756 28					
1757. 18					
1757. 26					
1772. 10					
1778 ?					
			1785. 19	Eichstädt (Deutschl.)	
			1796. 19	Portugal	
1805. 1					
1806. 11					
1811. 18					
			1814. 3	Rufsland	
1815. 14					
			1815. 18	Hindostan	
1818. 6					
— 15					
1819. 2					
1821. 12					
1822. 6					
— 7					
— 9		(zwei)			
1824. 3					
			1824. 18	Irkutsk (Sibirien)	
1825. 3		(zwei)			
— 4					
— 7					
			1825. 10	Nanjemoy (Maryland)	
1826. 14					
			1827. 27	Hindostan	
1828. 11					
1830. 15			1830. 15	Bicester	
1832. 7					
1834. 4					
1835. 6					
1836. 8					
1839. 6					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Februar.		
1839. 13			1839. 13	Little-Piney (Missouri)	
1840. 6					
1840. 8	1840. 8				
	1841. 19				
	— 23				
1841. 25			1841. 25	Chanteloup (Frankr.)	Feuersbr.
— 27		(zwei)			
1842. 9					
— 19					
— 20					
1843. 1					
— 5					
1844. 8					
— 12					
— 18					
— 20					
	1845. 5				
1845. 17					
1846. 10					
— 11					
— 21					
1847. 11					
— 21					
			1847. 25	Linn (Jowa)	
1848. 2					
— 7					
			1848. 15	Hindostan	
	1848. 20				
1848. 22					
1849. 10					
— 19					
— 24					
— 28					
1850. 3					
— 5					
— 10					
— 11					
— 13	1850. 13 u. 14	mehrere			
— 22		in Summa:			in Summa:
— 26		88 Fk.			15 Met.
			März.		
			? 28	Italien	
590 ?	590 ?	in grofs. Anz.			
(673 ?)					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			März.		
(741 ?)	(741 ?)				
	764 ?				
(839. 30)	(839. 30)				
(842. 6)	(842. 6)				
(842. 18)	(842. 18)				
(861. 10)	(861. 10)				
(927 ?)	(927 ?)				
1013. 16					
(1077 ?)					
(1138. 8)			(1138. 8)	Mosul (Arab.)	
1354. 1					
			1491. 22	Crema (Italien)	
1532. 7					
1554. 9					
(1555. 13)					
1564. 1					
1583. 2			1583. 2	Piemont	
			1596. 1	Ferrara	
1618. 7					
1623. 10					
			1636. 6	Sagan (Schles.)	
1646. 15					
			1654. 30	Fünen	
1663. 13					
1676. 31					
1706. 20					
1709. 4					
1711. 11					
1718. 24			(1718. 24)	Insel Lethy	
1719. 19					
— 30					
1721. M.			(1721. M.)	Stuttgart	(Blutreg.)
1728. 29					
1731. 3					
— 12			(1731. 12)	England	
1734. 13					
1746. 8					
1756. 3					
1779. 8					
1794. 28					
1796. 8			(1796. 8)	Ober - Lausitz	
1798. 12			1798. 12	Sales (Frankr.)	
			1805. 25	Doroninsk (Sib.)	
			1806. 15	Alais (Frankr.)	
1807. 6					
			1807. 13	Timochin (Rufsland)	
			1811. 12	Poltawa (Rufsl.)	

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			März.		
	1811. 18				
1813. 8			(1813. 8)	Brünn (Mähren)	
			1813. 14	Calabrien	
1813. 21					
			1814. Anf.	Lontalax (Finl.) (ident. mit 1813 Decbr. 13)	
1816. 23					
1817. 2					
— 18					
1818. 2					
			(1821. 5)	Pommern	
1822. 1					
— 9					
— 16					
— 31					
1824. 1					
			(1826. 15)	Lugano (Ital.)	
1830. 14					
1832. 15					
1833. 18					
1834. 10					
1835. 22					
1838. 17					
1840. 17					
	1840. 22				
1841. 8					
— 15					
— 21	1841. 21 u. 22				
— 22			1841. 22	Grünberg (Schl.)	
— 24					
1841. 30					
(1842. 18)		Baumh. Tabelle.	(Pogg. Ann. Bd. 66, S. 476)		
			1843 ?	Bishopville (S. Carolina)	
1843. 20					
1845. 10					
1845. 29					
1846. 1					
— 10					
— 21					
— 22	1846. 22		(1846. 22)	Frankreich	Feuersbr.
— 31					
	1847. 11				
	— 12				
	— 18				
	— 24				
	— 25				
	— 27				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			März.		
1847. 28					
1848. 8					
— 9					
— 12					
	1848. 27				
	— 29				
1849. 6					
— 19					
— 23					
— 26					
1850. 6					
— 7		in Summa:			in Summa:
— 17		84 Fk.			23 Met.
			April.		
72. 8					
793. F.	793. F.				
(840. 2)	(840. 2)				
(860. 9)					
1000. 4	1000. 4				
1039. 6					
1093. 10	1093. 10		(1093.10)?		
1094. 10	1094. 10		(1094.10)?		
1095. 10	1095. 10				
	1095. 25				
1096 ?	1096 ? (10)				
1097 ?	1097 ? (10)				
1098 ?	1098 ? (10)				
1118. 14					
	1122. 16				
	1123. 16				
1203. 1		a. St.			
1203. 3		—			
			(1540. 28)	Frankreich	
	1545. 22 b. 25				
1547. 24		a. St.			
			1621. 17	Hindostan	
			1628. 9	England	
(1628. 27)					
1629. 14					
	1640. 4				
1662. 26					
1664. 8					
1676. 8					
1688. 17					
1692. 9					
			(1715. 11)	Pommern	
1729. 19					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			April.		
1730. 13					
1750. 12					
1756. 29					
1762. 30					
1763. 29					
1780. 11			1780. 11	Breston (Engl.)	
1786. 10					
1792. 18					
			1795. 13	Ceylon	
1800. 1					
1800. 5					
	1803. 20				
1803. 26			1803. 26	l'Aigle (Frankr.)	
			1804. 5	Schottland	
1804. 15					
			1808. 19	Parma (Italien)	
1809. 9					
1812. 10			1812. 10	Toulouse (Frkr.)	
1812. 13			1812. 13	Erxleben (Deutschl.)	
1814. 19					
1815. 30					
1817. 10					
(1817. 17)		Baumh. T.			
1817. 27					
			1818. 11	Volhynien	
			1819. F.	Italien	
			(1820. 5)	?	
1820. 18					
1821. 28					
1822. 9		(zwei)			
1823. 2					
— 6					
— 9					
1824. 17					
1826. 1					
— 14					
1832. 11					
1833. 19					
	1838. 20				
	1839. 19				
	1840. 8				
1840. 28					
	1841. 18. b. 21				
1842. 11					
			1842. 26	Milena (Croatien)	
1843. 14					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
April.					
1844. 3					
1844. 11					
1845. 24					
1847. 11					
	1847. 19 u. 20				
	1848. 1				
1848. 6		(zwei)			
— 12					
— 18					
	1848. 23				
	1848. 26 b. 30				
1848. 30					
1849. 4					
— 10					
— 13					
— 19					
	1849. 20				
	1849. 25 u. 26				
1849. 30		(zwei)			
1850. 1		in Summa:			in Summa:
— 21		83 Fk.			17 Met.
Mai.					
	839. 13				
(842. 6)					
925. 2					
(965. 18)	965. 18				
			1164 ?	Sachsen	Eisenmasse.
1325. 22					
(1379. 26)			(1379. 26)	Hannover	
1499. 21					
			1520 ?	Arragonien	
(1543. 4)					
1547 ?					
			1552. 19	Deutschland (Schleusingen)	
			1561. 17	Torgau	
			1580. 27	Göttingen	
1649. 11					
(1652 ?)			(1652 ?)	Italien	(Sternschn Materie.)
			1677. 28	Sachsen	
			1680. 18	London (Engl.)	
1680. 22					
1682 ?					
1684. 19					
1687. 22					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Mai.		
			1698. 19	Bern	
	1706. 12				
1710. 17					
1728. 30					
	1737 ?				
			(1737. 21)	Adriat. Meer	
1744. 7					
1744. 27					
1751. 26			1751. 26	Agram	Eisenmass.
1759. 4					
1760. 10					
1776. 12					
1785. 31					
1791. 17			1791. 17	Toscana	
			1806. 17	England	
1808. 21					
— 22			1808. 22	Stannern (Mähren)	
— 29					
1811. 15					
1815. 10					
— 14					
1819. 5					
1820. 10					
			1820. 22	Ungarn	
1821. 16					
1823. 2					
— 20					
— 23		(zwei)			
			1824. 14	Irkutsk (Sibir.)	
			1825. 12	England	Eisenmass.
			1826. 19	Sibirien	
			1827. 9	Nashville (Tennesee)	
1827. 21					
			1828 ?	Rufsland	
			1829. 8	Forsyth (Georgia)	
1832. 20					
— 31					
	1833. 1				
1833. 20					
1834. 15					
1837. 5			1837. 5	Massachusets	
1838. 18					
1839. 7	1839. 7				
1840. 13					
— 23					
— 31					
1841. 13					
— 16					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Mai.		
	1841. 18				
1841. 24					
1843. 4					
1844. 11					
1845. 1					
	1845. 11				
			1846. 8	Italien.	
1846. 29					
1847. 9					
— 10					
— 26					
	1847. 31				
	1848. 2				
	— 3				
	— 5				
1848. 7	— 7				
— 10					
— 19					
			1848. 20	Castine (Maine)	
1848. 24					
1849. 2					
— 6					
— 8					
— 12	1849. 12				
— 26					
— 31					
1850. 2					
— 7		in Summa:			in Summa:
— 21		70 Fk.			25 Met.
			Juni.		
(1528. 29)			(1528. 29)	Augsburg (Deutschl.)	
1554. 11	1554. 11				
— 13	— 13				
(1630. 18)					
1668. 19			1668. 19	Verona (Ital.)	
			1706. 7	Larissa (Griechenl.)	
			1722. 5	Freisingen (Deutschl.)	
			1723. 22	Pleskowitz (Böhmen)	
1729. 2					
1739. 3					
1750. 7					
1752. 19					
1759. 13			(1759. 13)	Frankreich	Feuersbr.

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Juni.		
	1777. 17				
1794. 16			1794. 16	Siena (Toscana)	
	1799. 15 b. 20				
1801. 19					
			1805 ?	Constantinopel (Türkei)	
1808. 4					
			1809. 17	Meer: 75° 25′ W. L. + 30° 58′ N. Br.	
	1812. 18				
	1815. 12 b. 18				
	1817. 12 b. 15				
	— 17				
	— 22				
			1818 ?	Seres (Maced.)	
			1819. 13	Jonzac (Frankr.)	
1820. 30			1820. 30	Lixna (Litthauen)	
			1821. 15	Juvenas (Frkr.)	
1822. 3			1822. 3	Angers (Frkr.)	
— 9					
— 13			(1822. 13)	Christiania (Norwegen)	bitumin. Masse.
— 17			(1822. 17)	Catanea (Sicil.)	Feuersbr.
— 19					
1824. 9					
			1828. 4	Richmond (Virginia)	
1832. 23					
— 29					
1834. 7					
			1834. 12	Hindostan	
1835. 13					
1836. 10					
1839. 6					
	1839. 14 u. 15				
			1840. 12	Uden (Belgien)	
1841. 9					
— 12			1841. 12	Château-Renard (Frkr.)	
— 14					
1842. 3					
— 12					
			1843. 2	Blaauw-Kapel (Holland)	
1843. 21					
1844. 12					
1845. 13					
— 18					
(1845. 28)		Baumb. T.			
1846. 3					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Juni.		
			(1846. 7)	Darmstadt	
1846. 19				(Deutschl.)	
— 20					
— 21					
	1847. 17				
	1847. 21 u. 22				
1847. 29					
	1848. 21				
1849 16	1849. 16				
— 17	— 17				
— 25					
— 27					
— 30					
1850. 1					
— 5					
— 10		in Summa:			in Summa:
— 16		50 Fk.			22 Met.
			Juli.		
	820. 25 b. 30				
	841. 25 b. 30				
			852 ?	Arabien	
	924. 25 b. 30				
	933. 25 b. 30				
1029. F.	1029. F.	(a. St.)			
1075. 18					
1093. 31		(Aug. 5			
		nach n. St.)			
			1186. 8	Mons (Belgien)	
			1198 ?	Frankreich	
	1243. 26	a. St.			
			1249. 26	Quedlinburg	
				(Deutschland)	
	1293. 26	a. St.			
(1554. 24)					
1566. 17					
			1581. 26	Thüringen	
	1635 ?				
			1635. 7	Italien	
	1636 ?				
1666. 17					
1686. 19					
1708. 31					
1730. 17					
1738. 13					
1750. 16					
— 22					
			1753. 3	Tabor (Böhm.)	

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Juli.		
			1755 ?	Italien	
1761. 17					
1762. 23					
			1766. M.	Italien	
1771. 17					
1773. 29					
1776. 11					
1782 ?			1782 ?	Piemont	
	1784. 12				
	— 24				
	1784. 26 u. 27				
1784. 30					
	1785. 27				
(1789 ?)					
1790. 24			1790. 24	Barbotan (Frkr.)	
1797. 13					
1798. 28					
1801 14					
1803. 4			1803. 4	East-Norton (Engl.)	
1803 ?					
1804 29					
1805. 21					
1806. 17					
1808. 17					
1808. 29					
1809. 29					
1810. M.			1810. M.	Hindostan	
			1811. 8	Burgos (Span.)	
1811 ?			1811 ?	Heidelberg	(Sternschn-Mat.)
1814. 29					
1818. 17					
1819. 24					
1820. 19			1820. 19	Kurland	
— 30					
			1822. 19	Hamburg	Feuersbr.
1822. 28					
1823. 30					
1825. 28					
1826. 21					
— 29					
			1831. 18	Vouillé (Frkr.)	
1832. 24					
			(1833. 16)	Sibirien	
1835. 17					
— 18					
			1835. 31	Tennessee	(Eisenm.)
			1837. 24	Ungarn	
	1839. 2 u. 3				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Juli.		
1839. 6	1839. 6				
— 11					
			1840. 17	Italien	
1840. 26	1840. 26				
1841. 4					
			1841. 17	Italien	
1841. 20					
	1841. 22				
	— 28				
1842. 11					
— 31					
	1843. 3				
1843. 7	— 7				
	— 11 b. 13				
			1843. 26	Hindostan	
	1843. 21				
	— 25				
	— 29				
1844. 10		(zwei)			
— 20					
— 24					
— 27					
— 31					
1845. 16					
— 29					
1846. 23					
	1846. 25 b. 30				
1846. 29					
— 31		mehrere			
			1846 ?	Richland (S. Carol.)	
1847. 14			1847. 14	Braunau (Böhmen)	Eisenmass. (Seeläsgen?)
	1847. 22 b. 25				
	1848. 6				
1848. 12					
— 13					
— 15					
— 18					
— 23					
	1848. 20 b. 24				
	— 27 b. 31				
1848. 29					
1849. 10					
— 23					
— 27					
	1849. 20 b. 29				
1850. 1					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			Juli.		
1850. 4					
— 5					
— 6					
— 8					
— 9					
	1850. 12				
1850. 16	— 16	in Summa:			in Summa:
	1850. 25 b. 30	82 Fk.			26 Met.
			August.		
(855 ?)	(855 ?)				
(859 ?)	(859 ?)				
871. 10	871. 10				
	911 ?				
			1021 ?	Afrika	
	(1165. 8)				
1353. 11					
	1451. 7				
(1554. 5)	1554. 5	a. St.			
1618. F.			1618 F.	Steyermark	
	1635 ?				
			1642. 4	Suffolk (Engl.)	
			1647 ?	Westphalen	
			1650. 6	Holland	
1683. 12					
— 15					
1685. 22					
	1710. 10				
	1716. 18				
1717. 10					
1723. 22					
1729. 23					
1730. 20					
1732. 15					
1733 ?					
1738. 28					
	1741. 8				
	1742. 10				
	1749. 15				
1754. 15					
1773. 8					
1778. 26					
1779. 5					
	1781. 8				
1783. 18					
	1784. 6				
	— 9				
1785. 13			(1785. 13)	Frankfurt a. M.	Feuersbr.

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		August.			
1787. 7					
1789. 10	1789. 10				
(1792. 28)		Baumb. T.			
	1798. 9				
	1799. 10		1792. 27 b. 29	Peru	(Meteorstaub)
1800. 8	1800. 8				
1800. M.					
1801. 8	1801. 8				
1801. F.					
1802. 10					
1804. 19					
	1806. 10				
1807. 9					
1808. 15					
1809. 10	1809. 10	mehrere			
— 28					
			1810. M.	Tipperary (Irl.)	
	1811. 10				
1812. 5			1812. 5	Chantonnay (Frankr.)	
— 23					
	1813. 11				
(1814. 3)		Baumb. T.			
	1815. 10				
1816. 7					
— 13					
1817. 7					
1818. 3					
— 5					
			1818. 10	Smolensk. Rufsl.	
	1818. 14				
1819. 6	1819. 6				
— 13	— 13		(1819. 13)	Massachusets	(Sternschn Materie)
1819. 20					
			(1820. 6)	Ovelgönne. Finl.	
	1820. 9				
1821. 20					
— 30					
1822. 6					
— 7	1822. 7		1822. 7	Persien	
	— 9/10				
1822. 11		(zwei)			
— 22					
	1823. 5				
			1823. 7	Nobleborough (Maine)	
1823. 9	1823. 9				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		August.			
1823. 10	1823. 10				
— 12	— 12				
— 15					
— 19					
— 22					
1824. 11					
	1824. 12				
			(1824. 23)	Buenos Ayres	(Meteorstaub)
1825. 3					
— 22					
— ?	1825 ?				
1826. 3	1826. 3	mehrere			
— 8	— 8				
	— 10				
— 11	— 11				
— 14	— 14				
— 15	— 15				
— 18					
— 26					
			1826 ?	Frankreich	
	1827. 14/15				
			1827 ?	China	
	1828. 10				
			(1828 ?)	Allport (Engl.)	
1829. 14		mehrere			
			1829. 14	New-Jersey (N. A.)	
— 26					
1830. 12					
1831. 10	1831. 10	in gr. Anz.			
	1833. 7				
	— 9				
1833. 10	— 10	in gr. Anz.			
	1834. 9				
1834. 10	— 10	in gr. Anz.			
	1835. 8				
	1836. 8 b. 11				
1836. 20					
1837. 5					
	1837. 8 b. 12				
— 29					
			1837 ?	Frankreich	
1838. 10					
	1838 9 b. 12				
	1839 1 b. 3				
1839. 7					
	1839. 9 b. 11				
— 26					
	1840. 1				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
August.					
1840. 3	1840. 3				
	— 5				
— 7					
	1840. 9b. 13				
— 13					
	1841. 9b. 11				
1841. 10					
			(1841. 10)	Iwan (Ungarn)	
— 18					
— 20					
1842. 5			1842. 5	England	
— 9					
	1842. 9b. 11				
— 12					
1843. 6			(1843. 6)	Rheine (Westphalen)	
	1843. 9b. 13				
1844. 5					
	1844. 8b. 11				
— 8					
— 16					
1845. 9	1845. 9	(zwei)			
— 10	1845. 10				
— 31					
1846. 1					
	1846. 9u. 10				
			1846. 10	Down (Irl.)	Eisenmass.
	1846. 12b. 14				
1846. 17					
— 24					
— 25					
— 26					
1847. 7					
	1847. 9				
— 10	— 10				
— 11	— 11				
	— 12u. 13				
— 14					
	— 16				
— 17	— 17				
— 19					
	1847. 23u. 24				
— 26					
1848. 1					
— 2					
	1848. 1b. 6				
— 10	— 9u. 10				
— 21					
— 28					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
August.					
1848. 29					
1849. 3					
— 6					
	1849. 2 b. 6				
— 7					
— 8	1849. 8				
— 9	— 9	mehrere			
— 10	— 10	—			
— 11	— 11	—			
	— 12 b. 15				
— 16					
— 25					
	1850. 6 b. 12				
1850. 10		mehrere			
— 13					
— 14					
— 15					
— 22		in Summa:			in Summa:
— 29		130 Fk.			24 Met.
September.					
	585. 6				
(859. ?)	(859 ?)				
(868. ?)					
925. 21	925. 21				
1002. 14					
1465. 22					
			1511. 4	Crema (Italien)	
(1556. 5)	1556. 5	a. St.			
1580. 21					
1596. 28					
1601. 28					
1603. 9					
— 10					
1641. 25					
1649. 1					
1676. 20					
			1753 ?	Laponas (Frkr.)	
			1768. 13	Luce (Frkr.)	
			1775. 19	Coburg (Dtschl.)	
(1784. 4)		Baumb. T.			
1784. 11					
1787. 1					
1792 ?					
1798. 22					
			1802. M.	Schottland.	
1803. 22					
1804. J.					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			September.		
1804. 10					
1806. 23					
— 28					
1807. 6					
			1808. 3	Lissa (Böhmen)	
1812. 13					
			1813. 10	Irland	
1814. 5			1814. 5	Agen (Frankr.)	
— 8					
1815. 16					
— 29					
1817. 8					
1818. 6					
— 14					
— 23					
	1820. 2				
1821. 7					
1822. 1					
— 10			(1822. 10)	Carlstadt (Schweden)	
			— 13	Epinal (Frkr.)	
1824. 13					
1825. 10					
			1825. 14	Sandwich-Ins.	
— 20					
— 24					
1826. 4					
— 6					
— 13					
1826 ?			1826 ?	Waterville (Maine)	
1829. 6					
			1829. 9	Krasno-Ugol (Rußl.)	
			1831. 9	Wessely (Mähren)	
1833. 17	1833. 17				
1835. 6			(1835. 6)	Gotha	(Stern-schn-Mat.)
1836. 18			(1836. 18)	Italien	
1837. 21					
1839. 3	1839. 3				
— 10	— 9 u. 10				
— 13					
	1840. 1				
	— 21 u. 22				
1841. 8	1841. 8				
— 9	— 9				
	— 10				
	— 17 b. 20				
— 20					

Feuermeteore. Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Meteorite. Jahr.	Ort.	Bemerk.
		September.			
	1841. 24				
1841. 29					
1842. 30					
			1843. 16	Kl. Wenden (Deutschland)	
1843. 17					
— 22					
1844. 5					
— 10					
— 20					
— 24					
— 30					
1845. 1					
— 6					
— 7					
1846. 13					
— 15					
	1846. M.				
— 25	— 25				
1847. 7					
1848. 1					
— 4	1848. 4	zwei			
	— 5	drei			
— 7					
— 8					
— 24					
— 28					
	1848. 30				
1849. 3					
	1850. 2				
1850. 4					
— 21		in Summa:			in Summa:
— 30		82 Fk.			17 Met.
		October.			
585. 26	585. 26				
	587 ?				
855. 21	855. 21				
	856. 21				
859 ?	859 ?				
	902. 30	a. St.			
912 ?	912 ?	Meteor-			
931. 19		schauer.			
	931. 25				
	933 ?				
	935. 16				
970 ?					
	979. 28	a. St.			
991. 9					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		October.			
	1101. 24				
	1199. 23	Meteor-			
	1202. 26	schauer.			
			1304. 1	Deutschland	
1352. 22					
	1366. 30	Meteor-			
	1399 ?	schauer.			
	1533. 24				
1577. 11					
	1602. 27				
1634. 27			1634. 27	Charollois (Frankr.)	
1637. 3					
			1674. 6	Glarus (Schweiz)	
1689. 1					
1725. 22					
	1726. 19				
1729. 1					
— 16					
1736. 1					
1736 ?					
			1738. 18	Avignon (Frankr.)	
	1743. 15				
1745. 13					
			1750. 11	Coutances (Frankr.)	
1759. 20					
1765. 11					
	1766. 21				
1766. 26					
			1770. 25	Hasargrad (Türkei)	
1779. 31					
1783. 4					
			1787. 1	Charkow (Rufsland)	
1788. 17					
			1791. 20	England	
	1798. 14				
1801. 23					
			1803. 8	Apt (Frankr.)	
1803. 10					
1805. 21					
— 23	1805. 23				
1809. 12					
1812. 26					
— 31					
1813. 20					
1814. 18					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
October.					
			1815. 3	Chassigny (Frankr.)	
1817. 17					
1818. 31			(1818. 31)	Bukarest (Wallachei)	
1819. 1					
			1819. 13	Köstritz (Deutschl.)	
1819. 24					
1820. 12					
1821. 7					
— 30					
(1822. 13)		Baumh. Tabelle.			
— 27					
— 28					
1823. 3					
			1824. 14	Beraun (Böhmen)	
			(1824. 20)	Sterlitamansk (Rufsl.)	
1825. 17					
— 19					
— 22					
			1827. 8	Bialystock (Rufsl.)	
1828. 10					
(1830. 10)		Baumh. T.			
1831. 20					
1832. 6					
— 13					
— 24					
1833 2					
1834. 2					
1836. 18					
	1837. 30				
1838. 13			1838. 13	Cold Bockeveld (S. Africa)	
	1838. 18				
	1838 ?				
1839. 6					
	1839. 8				
	1840. 7 u. 8				
	— 21				
	1840. 29 b. 31				
1840. 29					
1841. 8					
	1841. 10				
	— 17 b. 25				
1842. 4					
— 18					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		October.			
1842. 23					
1843. 2					
— 16	1843. 16				
1844. 8					
— 10					
	1844. 18				
			1844. 21	Layssac (Schweiz)	
1844. 27					
	1845. 9 u. 10				
1845. 24					
	1845. 28 b. 31				
— 31					
1846 ?			1846 ?	Concord (N. Amer.)	
— 4					
— 9					
— 10		drei			
— 13					
	1846. 16				
— 17	1846. 17				
— 24					
	1846. 26				
1847. 10	1847. 10				
— 11					
	1847. 12				
— 17					
— 18					
— 24					
	1847. 27				
— 29					
— 30					
1848. 5		zwei			
— 18					
	1848. 20 b. 27				
— 27					
— 29					
	1849. 15 b. 17				
	— 20 b. 25				
1849. 20		mehrere			
			1849. 31	Charlottetown (N. Amer.)	
1850. 6					
— 9	1850. 9				
— 13					
— 24		in Summa: 93 Fk.			in Summa: 19 Met.
	1850. 26				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			November.		
	(848.27)	s. Decbr.			
	899.18				
	901.30	(Dec. 4. n. St.)			
(979 ?)					
1177.28		a. St.			
1465.18					
			1492 7	Ensisheim (Elsafs)	
1548.6			(1548.6)	Thüringen	(Sternschn. Materie)
1557.25			(1557.25)	Italien	
(1574.14)	1574.14	a. St.			
	1602.16				
1623.17					
1624.7					
1637.29			1637.29	Provence	
1643.8					
1684.13					
— 17					
1729.25					
1733.4)		Baumh. T.			
1737 ?					
1742.24					
1749.4					
1753.4					
1755.27					
1758.26					
1761.3					
— 11			(1761.11)	Chamblans (Frkr.)	Feuersbr.
1764.19					
			1768.20	Maurkirchen (Bayern)	
(1771.9)		Baumh. T.			
			1773.17	Sigena (Spanien)	
1786 ?					
	1787.10				
1791.12					
1798.20					
1799.2					
— 7					
— 11	1799.11/12	Meteor-schauer.			
— 12					
1803.6 od. 13					
— 16					
			1805 ?	Asio (Corsica)	
1808.11					
1809.29					
1810 23.			1810.23	Charsonville (Frkr.)	

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		November.			
			1810. 28	Cerigo	
1811. 22					
1812. 15	1812. 15				
1813. 8	1813. 8				
— 10	— 10				
			1814. 5	Hindostan	
1814. 9					
1817. 19					
1818. 13	1818. 13				
— 17					
	1818. 19				
1819. 13					
— 14					
— 18					
— 21					
1820. 12	1820. 12				
— 29					
1821. 28					
— 30					
1822. 11					
— 12	1822 12				
— 15					
— 19					
	1822 25				
— 30			1822. 30	Hindostan	
1823. 9					
— 27					
1824. 13					
— 16					
— 27		(zwei)			
1825. 3					
— 4					
— 5					
— 9					
— 14					
— 22					
1825 ?					
1826. 6	1826. 6	mehrere			
1828. 11	1828. 11				
1829. 19			(1829. 19)	Böhmen	Sternschn. Materie
1831. 13	1831. 13	Meteorschauer			
— 26					
— 29					
1832. 12	1832. 12	Meteorschauer			
— 13	— 13				
— 14					
	— 15	in gr. Anz.			
— 18	— 18				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			November.		
1832. 19					
1833. 12	1833. 12	Meteorschauer	(1833. 12)	Nord-Amer.	Sternschn. Materie
— 20					
— 25			1833. 25	Blansko (Mähren)	
			1833. F.	Hindostan	(Aerol.-Regen)
1834. 13	1834. 13	Meteorschauer			
	— 14				
— 30					
1835. 13	1835. 13		1835. 13	Simonod (Frankr.)	
— 17					
1836. 11			1836. 11	Brasilien	(Aerol.-Regen)
	1836. 11 b. 15				
— 22			(1836 22)	Schlesien	
1837. 12	1837. 12				
	— 13				
	— 28				
	1838. 9 b. 14				
1838. 13					
— 16					
1839. J.	1839. J.		(1839. J.)	Mexico	
— 1					
— 6					
— 9					
— 10	1839. 10				
	— 12				
— 13	— 13				
— 29			(1839. 20)	Neapel	
1840. 2					
1841. 5			1841. 5	Bourbon (Frankr.)	
— 6					
— 10					
	1841. 11 b. 14				
— 15					
	1841. 19 b. 20				
	1842. 11				
	— 14				
			1842. 30	Hindostan	
1843. 10		(od. 12)	1843. 10 (12)	auf der Donau	
	1843. 14 b. 16				
— 18					
1844. 2					
— 4					
— 7		mehrere			

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		November.			
1844. 8	1844. 8	mehrere			
— 9	— 9	—			
— 10	— 10	—			
— 11	— 11	—			
— 12	— 12	—			
— 13	— 13	—			
— 14	— 14	—			
— 15	— 15	—			
	— 16	—			
— 17		—			
— 18		—			
— 19		—			
— 20					
— 21					
1845. 2					
— 4					
— 6					
— 12					
— 14					
(1845. 20)		Baumh. T.			
	1846. 8 b. 15				
1846. 9					
— 11			(1846. 11)	England (od. Nord-Amer.)	Feuerk.-Materie
— 15					
— 18	1846. 18				
— 19					
— 22					
— 23					
— 28					
	1847. 1				
1847. 7					
— 8					
— 12	1847. 12 u. 13				
— 17					
— 19		zwei			
— 23					
— 26					
— 29					
1848. 1					
— 5	1848. 5				
	— 6				
— 9					
— 12	— 12				
— 13	— 13				
— 14					
— 15	— 15				

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		November.			
1848 16					
— 17		mehrere			
— 21					
— 29					
1849. 2		drei			
— 5		zwei			
— 7					
— 8					
— 9					
— 12	1849. 12				
— 13	— 13		1849. 13	Tripolis (Africa)	
	— 14				
— 19					
	1850. 2				
1850. 6					
— 13					
— 14	1850. 14				
— 15					
— 23					
— 24					
— 28	1850. 28				
— 29		mehrere			
	— 30				
		in Summa: 171 Fk.			in Summa: 26 Met.
		December.			
584 ?					
(786 ?)	786 ?				
(848. 2)	848. 2	(s.Nov.27)			
			856 ?	Aegypten	
	901. 4	(s.Nov.30)			
(940 ?)	940 ?				
(999 ?)					
1002 ?	1002 ?				
1116 ?	1116 ?				
1118 ?	1118 ?				
1168. 24					
(1269. 6)					
1547. 15					
(1560 ?)					
1560. 24			(1560. 24)	Frankreich	Feuersbr.
			(1586. 3)	Verden	
1636 ?					
1642. 12			1642. 12	Ungarn	
1680. 17					
1682 ?					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
December.					
			1704. 24	Barcelona (Spanien)	
1728. 4					
1733. 8					
1734. 9					
1737. 5					
— 30					
1739. 2					
	1741. 5				
1741. 11					
1742. 16					
1752. 25					
1758. 22					
1762. 5					
1762. 27					
			1795. 13	Yorkshire (Engl.)	
			1798. 13	Bengalen	
	1798. 7				
1803. 13			1803. 13	Mässing (Bayern)	
— 16					
1804. 2					
1806. 22					
1807. 14			1807. 14	Weston (Connecticut)	
1808. 29					
1810. 30					
1812. 26		mehrere			
			1813. 13	Lontalax (Finland)	
1814. 2					
1816. 20					
— 21					
— 22					
1817. 8					
1818. 18					
— 21					
1820. 9					
1821. 1					
— 2		(zwei)			
— 3					
— 4					
— 11					
— 18					
— 24					
— 25					
— 26					
— 28					
1822. 21					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
		December.			
1823. 6					
— 13					
	1824. 8 u. 9				
1824. 10					
	1824. 12				
	— 14				
1824. 15					
— 17			(1824. 17)	Neuhaus (Böhmen)	
1825. 1					
— 10					
— 18					
	1826. 6				
1826. 31					
1830. 6					
	1830. 7				
1830. 12	— 12				
	— 13				
1830. 14					
1831. 8					
			(1832. 19)	England	Baumh. T.
1832. 30					
	1833. 11				
1833. 12	— 12				
	— 14				
			1834. 15	Sibirien	(Aerol.-Regen)
1835. 12					
	1837. 5				
1837. 14					
— 30					
	1838. 5 b. 8				
	1839. 7				
	1840. 6				
	— 10				
1840. 25					
— 27					
— 29					
1841. 5					
	1841. 10 u. 11				
— 16					
— 21					
— 29					
1842. 5			1842. 5	Epinal (Frankr.)	Eisenmasse
	1842. 6				
1843. 11					
— 21					
	1843. 28				
1844. 8					
— 11					

Feuermeteore.			Meteorite.		
Feuerk.	Sternschnuppenschauer.	Bemerk.	Jahr.	Ort.	Bemerk.
			December.		
1845. 3					
	1845. 12				
	— 25				
1846. 1					
— 7					
	1846. 9 u. 10				
1846. 21	— 21				
			1846. 25	Schöneberg (Bayern)	
1847. 8	1847. 8		1847. 8	Arkansas (N. Amer.)	
	— 10 u. 11				
— 12	— 12				
— 13					
1848. 2					
— 11	1848. 11				
	— 14 u. 15				
	1849. 3				
1849. 4	— 4				
	— 6				
	— 8				
— 12					
— 19					
— 21					
— 23		(zwei)			
— 30					
1850. 5					
— 8		(zwei)			
— 9					
	1850. 11 u. 12				
		in Summa: 104 Fk.			in Summa: 16 Met.

Tabelle

der ohne Angabe von *Tag* und *Monat* erwähnten Erscheinungen von *Feuermeteoren* und *Meteoriten* [1]).

(cf. die Verzeichnisse von Chladni, Quetelet, Lycosthenes u. G. v. B.)

Feuermeteore.		Meteorite.		Feuermeteore.		Meteorite.	
Feuerk.	Meteorschauer.	Jahr.	Ort.	Feuerk.	Meteorschauer.	Jahr.	Ort.
		Ante Christum.				*Ante Christum.*	
	1768		(China)			176	Italien
		705	Rom Eisenm.	(175)			
	686				173		
		654	Italien (mons	(170)	170		
			Albanus)	(168)			
		644	Italien	(166)			
		644	China	(165)			
(502)	502			(162)			
(469)						(151)	Italien
		(461)	Picenum	(141)			
		405	Aegospota-	(136)			
			mos (? 465)	(133)			
(344)	344			(106)			
		343	Italien	(104)	104		
		334	Macedonien	(102)	102		
(280)	280			(100)			
(216)	(216)			(94)			
		216	Picenum			(94)	Italien
(214)	(214)			(93)	(93)		
		211	China	(92)			
		211	Italien	(91)			
		(207)	»			89	China
(206)	(206)			(88)			
		(205)	Italien	(75)			
(203)	(203)			(63)			
		(202)	Italien			56	Italien
		(193)	»	44			
		(192)	»			(43)	»
		(192)	China			(38)	China
		(190)	Italien	(30)			
		(187)	»			29	»

1) Die in eine Klammer eingeschlossenen Zahlenangaben bedeuten, dafs es aus den betreffenden Nachrichten nicht deutlich und entschieden zu ersehen ist, ob dieselben eine *wirkliche* Erscheinung von Feuerkugeln, Meteorschauern oder Meteorsteinfällen bezeichnen sollen: indessen sind sie der Vollständigkeit wegen mit eingereihet worden. — Eine Discussion der aus dieser und der vorhergehenden gröfseren Tabelle sich ergebenden Thatsachen und Folgerungen werde ich mir erlauben zum Gegenstande einer späteren Mittheilung zu machen.

Feuermeteore. Feuerk.	Feuermeteore. Meteorschauer.	Meteorite. Jahr.	Meteorite. Ort.
	Ante Christum.		
	25		
		22	China
		19	»
(17)			
		12	»
		9	»
		6	» (bis)
	Post Christum.		
		2	China
	7		
(16)			
		106	»
		151	»
(162)			
	187		
	192		
	194		
(196)			
	280		
310		310	China
333		333	»
(384)			
(393)	393		
(412)			
		452	Thracien
(454)			
457			
		481	Africa
(488)			
	533		
(541)			
555			
	556		
	557		
	558		
	563		
(567)			
	570		
		570	Arabien
	577		
587			
	595		
	599		
	600		
(603)			
	611 Oct.		

Feuermeteore. Feuerk.	Feuermeteore. Meteorschauer.	Meteorite. Jahr.	Meteorite. Ort.
	Post Christum.		
616		616	China
		(648)	Constantinop.
		650	?
	740		
	747		
	750		
752			
	770		
	793		
794	794		
795	795		
	803		
		(820)	?
(823)		(823)	Sachsen
	827		
	829		
		(837)	?
	838 Oct.		
	839 Oct.		
		839	Japan
(840)	(Ostern)		
	(868)		
	(870)		
		893	?
		897	Kufah
	900		
	911	Sommer	
		921	Narni
944			
		952	Augsburg
		956	Italien
		963	»
(970)			
	990		
	993		
		998	Magdeburg
	1001		
		1009	Caspi - See
1011			
		(1020)	Africa
		1021	Persien
		1034	?
		1057	Corea
	1060		
		(1076)	Dänemark
1077	(März od. April)		
	1084		
	1090		

Feuermeteore. Feuerk.	Feuermeteore. Meteorschauer.	Meteorite. Jahr.	Meteorite. Ort.
Post Christum.			
1096			
1107	1107		
		1112	Aquileja
		1135	Würzburg
1143	(1143)		
1157	(1157)		
1169			
(1189)		(1189)	?
(1191)		(1191)	?
		1194	?
		(1197)	?
1226	1226		
		1226	?
		1280	Aegypten
(1304)			
(1309)			
(1344)			
(1352)			
(1353)	Oct.		
		1368	Oldenburg (Eisenm.)
1382			
	1398 Oct.		
		1421	Java
		1438	Burgos
		1440	Kleinasien
		1474	Italien
	1478		
(1506)			
	1511		
		1516	China
(1520)			
(1526)			
(1531)	(1531)		
	1532		

Feuermeteore. Feuerk.	Feuermeteore. Meteorschauer	Meteorite. Jahr.	Meteorite. Ort.
Post Christum.			
(1535)	1535		
1538			
		(1540)	Grimma (Eisenm.)
(1542)	1542		
1550			
		1559	Ungarn
		1618	Ungarn
		1618	Böhmen (Eisenm.)
		1621	Ost-Ind. »
		1642	Ungarn
		1643	Ost-Indien
		1673	Baden
		1676	Dalmatien
		1692	Ungarn
		1717	»
		1740	»
		1775	Volhynien
		1780	England (Eisenm.)
		1782	Turin
		1801	Isle de France
		1802	Ost-Indien
		1808	Ost-Indien
		1808	Ungarn
		1812	»
		1814	»
		1816	»
		1816	England
		1820	Ungarn
		1831	Frankreich
		1833	Ungarn
		1834	»
1838			

Anhang

zu den im *zehnten Nachtrage etc.* erwähnten Meteoreisenmassen.

Zu den in diesem Verzeichnisse angegebenen und beschriebenen Meteoreisenmassen gehören noch folgende, die mir erst nach Schlufs meiner Arbeit bekannt geworden sind:

64) 1846 August 10 (?): Eisenmasse von *County Down* in *Irland* nach einem Berichte von Scouler an Upham Shepard (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. XI. p. 36 > Edinb. N. Philos. Journ. Vol. LIII. (Octbr. 1852) p. 246). Hiernach ist die Masse i. J. 1844 im Norden von Down niedergefallen (Shepard aber erwähnt den Fall ausdrücklich als den 10. August 1846, 5 Uhr Nachmittag, geschehen): einige Küstenwächter haben das Phänomen wahrgenommen. Die zur Prüfung an Shepard übersandte Masse ist dehnbar, homogen und mandelsteinförmig; das spec. Gew. ist variabel. Diese Eisenmasse hat eine dicke Rinde von ungefähr $\frac{1}{3}''$, welche aus verschiedenen Eisenoxyden besteht, etwas gefärbt durch blaues Eisenphosphat (Vivianit): sie zeigt *keine* Widmannstaedtenschen Figuren.

65) ? *Eisenmassen* (?) *von Wolfsmühl bei Thorn.* Auf dem Gute Wolfsmühl bei Thorn hat Herr Hütteninspector Krayher eine Fläche von 700 Morgen mit »Eisenstein« bedeckt gefunden, der nicht tiefer liegt, als dafs ihn der Pflug erreicht. Anfänglich wurde die Masse für eine Abart von Raseneisenstein gehalten, bis eine nähere Erforschung (durch wen? ist mir nicht bekannt) ergab, dafs sie *Meteoreisen* sei (Illustr. Zeitg. (1853 Apr. 30) No. 513). Diese Massen kommen (der Beschreibung nach) in 2 bis 3 Fufs langen, 3 bis 6" breiten, und 2 bis 3" dicken Stücken vor und liegen längs eines Baches bis zu 6 Fufs über einander. Das Gesammtgewicht aller dieser Massen dürfte nicht unter 20,000 Centner betragen (??). Dieses scheint wohl etwas übertrieben zu sein und ist überhaupt noch eine genauere Untersuchung abzuwarten, ob diese Massen wirklich meteorisches Eisen sind oder nicht. Das Wolfsmühler Eisen soll *ganz reines, gediegenes Eisen* seyn und weder Kohle, noch Schwefel, Phosphor, Arsenik, *Nickel, Kobalt* enthalten (?). Würde sich diefs bestätigen, so dürfte diese Masse zu den interessantesten gehören, welche wir kennen. Sollten diese Eisenmassen von Wolfsmühl vielleicht mit folgender von Sebastian Münster in seiner »*Kosmographie*« erwähnten Nachricht in Verbindung stehen?:

»Am 9. Januar 1572 Ab. 9 Uhr soll in Thorn ein heftiges Ungewitter gewüthet haben, verbunden mit einem schrecklichen Erdbeben, wobei es zehnpfündige Steine gehagelt, die viele Menschen todtgeschlagen haben.«

66) ? *Eisenmasse von unbekanntem Fundorte,* welche Wöhler in seiner Sammlung schon seit längerer Zeit besitzt, ohne ihren Ursprung zu kennen (s. Wöhler Ann. d. Chem. Bd. 81 (1852) S. 252); eine nähere Untersuchung hat sie aber unzweifelhaft als *Meteoreisen* erwiesen; sie wog ursprünglich 4 Lth. und schien, dem äufseren Ansehen nach, von *keinem* gröfseren Stücke abgeschlagen zu seyn. Manrofs hat diese Masse analysirt und gefunden:

Eisen	92,33
Nickel und Kobalt . .	7,38
Zinn	0,03
Phosphor-Nickel-Eisen	0,42
	100,16.

In dem *Phosphornickeleisen* (*Dyslitit* oder *Schreibersit*) erkannte Manrofs bei 80facher Vergröfserung neben den stahlfarbenen, stark glänzenden Krystallen sparsam einige durchsichtige krystallinische Körner von bräunlicher Farbe, also wahrscheinlich *Olivin.* Bei dem Aetzen mit verdünnter Salpetersäure kamen zwar keine eigentlichen Widmannstaedten'schen Figuren zum Vorschein, wohl aber in einer gewissen Richtung gegen das Licht gehalten, ein sehr lebhafter *Schimmer*, bewirkt durch eine zahllose Menge kleiner, sehr glänzender Punkte. Nach Wöhler rührt dieser Schimmer von den hell glänzenden Flächen der Phosphornickeleisen-Krystalle her.

67) ? *Eisenmasse von Waterloo* im Staate *New-York.* An den Ufern des Seneca River im Staate New-York, einige Meilen von *Waterloo* (Seneca Co.), wo nach Professor Shepard i. J. 1827 ein Meteor niederfiel, ist neulich bei Anlegung eines Grabens eine Eisenmasse aufgefunden, welche sich durch die Widmannstaedten'schen Figuren unzweifelhaft als meteorisches Eisen ergab. Sie ähnelt der Masse

von Texas (No. 33) und wiegt 9 Pfd. (Sill. Amer. Journ. 2 S. Vol. XIV, p. 439 > Pogg. Ann. Bd. 88 p. 176).

Zu den bereits beschriebenen Meteoreisenmassen erlaube ich mir noch folgende Ergänzungen zu machen:

ad No. 8) *Die Eisenmasse von Schwetz in Preufsen* hat eine merkwürdige Eigenschaft, nämlich die, dafs sie beim Auflösen in Säuren nicht den Rückstand hinterläfst, der bei anderen Meteoreisen, welche die Widmannstaedten'schen Figuren *nicht* so schön zeigen, zurückbleibt; es zeigt sich hier nur ein kohliger Bestandtheil, der mit zufällig hinzugekommenen Sandkörnern gemengt ist. (Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. III (1851) S. 249). Nach Rammelsberg enthält diese Masse (ib. p. 331) $5\frac{1}{4}$ Proc. Nickel und 1 Proc. Kobalt: ein Rückstand von Phosphorverbindungen liefs sich nicht rein abscheiden. —

ad No. 12) Von der Meteoreisenmasse von *Lénarto* hat W. S. Clark ebenfalls eine Probe analysirt und darin gefunden (Wöhler Annalen der Chemie etc. 1852, VI S. 367):

Eisen	90,153
Nickel	6,553
Kobalt	0,502
Mangan	0,145
Kupfer	0,080
Zinn	0,082
Schwefel	0,482
Unlösliche Phosphormet.	1,226
	99,223.

ad No. 58) Ueber die Eisenmasse von *Rasgatá* (*Neu-Granada*) haben Partsch und Wöhler in den Sitzungsberichten d. Wien. Ak. d. Wissensch. 1852, VIII, S. 496 > Wöhl. Ann. Bd. 82, S. 243) eine kleine Abhandlung veröffentlicht, aus welcher ich Folgendes entnehme:

Diese Masse ist seit 1823 durch Mariano di Rivero und Boussingault bekannt (s. Ann. de Chimie t. XXV, p. 438). Sie fanden diese Masse zusammengesetzt aus:

Eisen	90,76
Nickel	7,87
	98,63.

Zu Santa Rosa zwischen Pamplona und Bogotá bediente sich ein Grobschmied schon 8 Jahre vor Ankunft der beiden Reisenden einer Eisenmasse (die man früher als Seltenheit auf dem Stadthause aufbewahrt hatte) statt eines Ambos. Die Reisenden hörten, dafs man i. J. 1810 auf dem nahen Hügel von Tocavita aufser der obigen Masse von 750 Kilogr. (=13½ Ctr.) eine grofse Anzahl kleinerer Eisenmassen gefunden und gehofft habe, diesen Fundort als Eisenbergwerk auszubeuten. Die Reisenden fanden in jener Gegend noch mehrere solche Eisenstücke und bemerkten, dafs man solche auch zu Rasgatá in der Nähe der Saline Zipaquira aufgefunden habe. Das Stück der Wiener Sammlung wiegt nach Partsch (l. c. p. 127) 2 Pfd. 12 Loth; es enthält nach Partsch *keinen* Nickel, nach Rivero und Boussingault aber in grofser Quantität. Wöhler hat nun diese Masse auf das Sorgfältigste analysirt und seine Untersuchungen vollständig mitgetheilt in Wöhl. Ann. d. Chem. Bd. 82. S. 243; Wöhler's Analyse der Eisenmasse von *Rasgatá* kann als eine Musteranalyse dieser meteorischen Massen betrachtet werden; nach ihr besteht nun das Meteoreisen von Rasgatá aus:

Eisen	92,35
Nickel	6,71
Kobalt	0,25
Phosphor-Nickel-Eisen .	0,37
Phosphor	0,35
Olivin u. a. Mineral . .	0,08
Kupfer, Zinn u. Schwefel	Spuren
	100,11.

Höchst interessant sind die Bemerkungen Wöhler's über den *passiven Zustand* einiger Meteoreisenmassen, welcher darin besteht, dafs das Meteoreisen aus einer Lösung von neutralem schwefelsaurem Kupferoxyd *kein Kupfer* reducirt, sondern darin unverkupfert und blank bleibt (siehe

Pogg. Ann. Bd. 85 S. 448). Es giebt aber auch Meteoreisenmassen, welche *activ* sind, d. h. die Fähigkeit besitzen, das Kupfer zu reduciren; und diefs scheinen diejenigen zu sein, welche durch längeres Liegen in dem Erdboden jene ursprünglich meteorische Eigenschaft verloren haben (so z. B. das Eisen von Lenarto, Bitburg, Rasgatá, Mexico, Senegal u. a. m.). *Passiv* sind dagegen die Massen von Braunau, Schwetz, Bohumilitz, Toluca, Green Co., Texas und vom Cap. —

Hiermit schliefse ich diesen *zehnten Nachtrag* und spreche nur noch den Wunsch aus, dafs dieser kleine Beitrag zu der Geschichte der Feuermeteore und Meteorite einigermaafsen zur Förderung der Kenntnifs dieser bis jetzt noch so räthselhaften Körper beitragen möge.

II. *Untersuchungen über den galvanischen Leitungswiderstand der Flüssigkeiten in einigen besonderen Fällen; von Dr. A. Saweljew.*

(Aus dem *Bulletin de la classe physico-math. de l'Acad. de St. Pétersbourg.*)

Erste Abhandlung.

Die Gesetze der galvanischen Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten sind in gegenwärtiger Zeit nur für zwei besondere Fälle ermittelt: von Fechner wurden sie festgestellt für den Fall, wenn die Flüssigkeit sich in einem parallelepipedischen Gefäfse befindet, mit dessen Querschnitt die Elektroden zusammenfallen, und neuerdings hat Hr. Akad. Lenz diese Gesetze für den Fall gefunden, wenn die Elektroden in eine unbegränzte Flüssigkeitsschicht getaucht sind. Es schien mir nicht uninteressant, die galvanische Leitungsfähigkeit auch in einigen anderen Fällen, bei einer

bestimmten Form der Flüssigkeitsschicht, zu erforschen; und in dieser ersten Abhandlung untersuche ich zwei Fälle, für welche die Gesetze sich auch theoretisch, aus den Fechner'schen Gesetzen, ableiten lassen.

Erster Fall.

Die Flüssigkeit befindet sich in einem prismatischen Gefäfse, dessen horizontaler Querschnitt (durch die ganze Höhe) ein Trapez ABCD mit zwei, unter gleichen Winkeln zu AB geneigten Seiten AC und BD ist; die Elektroden nehmen den ganzen verticalen Querschnitt AB und CD ein. (Fig. 15, Taf. I. des vorigen Hefts.)

In diesem Falle, wenn der Strom sich wirklich in geraden Linien zwischen den Elektroden ausbreitet, ist es leicht, die Abhängigkeit des Leitungswiderstandes von der Entfernung und der Fläche der Elektroden theoretisch zu ermitteln; es ist nämlich der Leitungswiderstand der ganzen Schicht *ABCD* gleich der Summe der Leitungswiderstände der unendlich kleinen Elemente *abcd*. Wenn wir durch x die Entfernung zwischen *ab* und *AB*, oder die Länge der Schicht *ABab*, durch dx die des Elementes *abcd* und durch y die Fläche des verticalen Querschnittes *ab* bezeichnen, so wird der ganze Leitungswiderstand *ABab*.

$$W=\int\frac{dx}{y},$$

wo das Integral zwischen die Gränzen $x=o$, bis $x=x$ zu nehmen ist. Verlängern wir die Seiten *AC* und *BD* bis zu ihrer Vereinigung in *O* und bezeichnen durch k die Entfernung *OE* und die Fläche *AB* durch s, so ist

$$y=s\,.\,\frac{k+x}{k} \text{ und } W=\frac{k}{s}\int_0^x\frac{dx}{k+x}$$

oder, wenn M den Modulus bezeichnet,

$$W=\frac{k}{s}M\log\frac{k+x}{k}$$

oder

$$W=B\log\frac{s'}{s} \qquad (1)$$

wo $B = \frac{k}{s} M$ eine, für ein und dasselbe Gefäfs, constante Gröfse s' aber die Flächen des verticalen Querschnitts bezeichnen.

Um die Richtigkeit der von uns abgeleiteten Formel (1) experimental zu prüfen, verfuhr ich folgendermaafsen: Ich nahm einen prismatischen Holzkasten, dessen horizontaler Querschnitt nach der ganzen Höhe ein der Figur *ABCD* gleiches Trapez vorstellte; das Gefäfs war gut verpicht, so dafs die hineingegossene Flüssigkeit nicht durch die Wände fliefsen konnte; der Strom wurde durch die Flüssigkeit mittelst Kupferelektroden durchgelassen, welche aus einigen viereckigen Platten von verschiedener Gröfse bestanden und welche in den Kasten vertical und parallel mit *AB* auf solche Weise eingeschaltet wurden, dafs sie den ganzen verticalen Querschnitt der Flüssigkeit einnahmen. Auf diese Weise konnte die Länge der prismatischen Schicht und die ihm entsprechenden Elektrodenflächen beliebig geändert werden. Die Entfernung der Elektroden oder die Länge x der Schicht, so wie auch die Gröfse k konnten leicht gemessen werden.

Um den Leitungswiderstand W zu bestimmen, habe ich einen Agometer und eine Nervander'sche Tangentenbussole, ganz denjenigen ähnlich, die Hr. Lenz, *Bulletin physico-mathématique*, *T. I, No.* 14, 15, 16, beschrieben hatte, gebraucht. Ich liefs den Strom einer Daniell'schen Batterie durch die Flüssigkeit, das Galvanometer und den Agometer gehen und beobachtete die Anzahl der Agometerwindungen a, die in die Kette eingeschaltet wurden, um den Strom auf eine bestimmte Gröfse F oder die Nadel des Galvanometers auf eine bestimmte Ablenkung zu halten; dann liefs ich die Flüssigkeitszelle aus der Kette und beobachtete wieder die Anzahl der Agometerwindungen a' bei derselben Gröfse des Stromes. Bei der ersten Beobachtung haben wir $F = \frac{A - p}{L + W + a}$, wo A die elektromotorische Kraft, L den Widerstand der Batterie, des Galvanometers und aller Hülfsdrähte, W den gesuchten Widerstand der Flüs-

sigkeit und p die Polarisation bezeichnet. Aus der zweiten Beobachtung ist $F=\frac{A}{L+a'}$, folglich

$$W=a'-a-\frac{p}{F},$$

oder, da die bei allen meinen Versuchen angewandte Flüssigkeit aus einer ziemlich gesättigten Kupfervitriollösung und die Elektroden aus Kupferplatten bestanden, so mufste $p=o$, folglich $W=a'=a$. Die Ungenauigkeit in den Werthen von W, welche daraus entstehen konnte, dafs die Elektrodenplatten in Folge der Wirkung des Stromes nicht ganz homogen wurden, konnte leicht durch die Wiederholung der ersten Beobachtungen bei entgegengesetzter Richtung des Stromes eliminirt werden.

Erste Beobachtungsreihe. Der Strom von 12 Daniell'schen Elementen brachte die Ablenkung der Nadel des Galvanometers auf 15°. Die Gröfse $k=3$ Zoll, $AB=1$ Zoll. Die eine Elektrode blieb immer an der Wand AB stehen, die Länge der Schicht konnte von 1,5 bis 7,5 Zoll geändert werden.

Die Länge d. Schicht x	a	a'	W
1,5	23,58	29,57	5,99
3,0	18,89	29,74	10,85
4,5	15,47	29,78	14,31
6,0	13,07	29,76	16,69
7,5	10,66	29,84	19,18
6,0	13,12	29,96	16,84
4,5	15,96	30,02	14,06
3,0	19,28	30,10	10,82
1,5	23,58	30,10	6,52

Das Mittel aus den zwei Beobachtungen für jede Länge der Schicht giebt uns Werthe von W, die in der zweiten Columne der folgenden Tabelle enthalten sind:

x	W		
	beob.	berechn.	Diff.
1,5	6,26	6,23	— 0,03
3,0	10,83	10,65	— 0,18
4,5	14,18	14,08	0,10
6,0	16,77	16,89	+ 0,12
7,5	19,18	19,26	+ 0,08

Wenn wir den Leitungswiderstand der ersten Flüssigkeitsschicht von der Länge 1,5 Zoll durch w bezeichnen, so ist

$$w = B \log \frac{k+x}{k} = B \log \frac{3+1,5}{3} = B \log 1,5.$$

Der Widerstand W bei irgend einer Länge x ist

$$W = B \log \frac{k+x}{k} = W = w \cdot \frac{\log \frac{k+x}{k}}{\log 1,5}.$$

Nach dieser Formel sind die in der dritten Columne der vorhergehenden Tabelle enthaltenen Werthe von W berechnet; aus allen beobachteten Werthen der zweiten Columne wurde nach der Methode der kleinsten Quadrate gefunden:

$$w = 6,232.$$

Die geringen Unterschiede der beobachteten und berechneten Werthe von W, die in der letzten Columne enthalten sind, beweisen mit hinlänglicher Genauigkeit die Richtigkeit der abgeleiteten Formel.

Zweite Beobachtungsreihe. Die Flüssigkeit wurde in ein anderes Gefäfs gegossen, für welches der Werth von $k = 1,5$ Zoll und $AB = 1,0$ Zoll war. Bei den ersten vier Beobachtungen wurde der Strom auf 8° und bei den übrigen auf 10° gehalten. Die eine Elektrode blieb, wie bei den vorhergehenden Beobachtungen, immer bei AB stehen.

Länge d. Schicht x	a	a'	a	Mittel aus a
13,5	10,03	69,69	9,93	9,98
12,0	13,25	69,61	13,07	13,16
10,5	16,06	69,61	15,62	16,06
9,0	19,27	69,48	19,18	19,22
9,0	2,12	52,84	2,45	2,28
7,5	6,93	52,59	6,68	6,80
6,0	11,51	52,57	11,40	11,45
4,5	17,14	52,58	17,32	17,23
3,0	24,44	52,51	24,55	24,49
1,5	34,87	52,49	35,30	35,09

Länge d. Schicht x	Widerstand W		
	beob. $=a'-a$	berechn.	Diff.
13,5	59,71	59,25	— 0,46
12,0	56,45	56,54	+ 0,09
10,5	53,75	53,51	— 0,24
9,0	50,41	49,83	— 0,57
7,5	45,79	46,10	+ 0,31
6,0	41,12	41,41	+ 0,29
4,5	35,35	35,67	+ 0,32
3,0	28,02	28,27	+ 0,25
1,5	17,41	17,83	+ 0,42

Wir könnten unsere Beobachtungen auch auf andere Weise benutzen, um die Richtigkeit des aufgestellten Gesetzes zu beweisen, nämlich: wenn wir durch W den Widerstand der Schicht $ABab$ und durch W' den der Schicht $ABa'b'$ bezeichnen, so mufs $W'-W$ den Leitungswiderstand der Schicht $aba'b'$ ausdrücken. Folglich wenn wir in der zweiten Columne der letzten Tabelle die Differenzen der ersten und zweiten, der zweiten und dritten, der dritten und vierten u. s. w. Zahl nehmen, so bekommen wir die Widerstände der Schichten $aba'b'$, $a'b'a''b''$,..... Bezeichnen wir durch x die Entfernung der kleinsten die Flüssigkeit begränzenden Elektrode von AB, und durch x' die der gröfsten, so wird

$$W'-W = B \log \frac{k+x'}{k+x}.$$

Wenn wir wieder den Widerstand der ersten Schicht $ABab$ durch w bezeichnen, so ist

$$w = B \log \frac{1,5+1,5}{1,5} = B \log 2$$

und

$$W' - W = \frac{w}{\log 2} \log \frac{k+x'}{k+x}.$$

Nach dieser Formel sind die Zahlen der vierten Columne der folgenden Tabelle berechnet; nach der Methode der kleinsten Quadrate wurde aus den Zahlen der zweiten Columne gefunden

$$w = 18,096.$$

x'	x	Widerstand		
		beobacht. $=W'-W$	berechn.	Diff.
13,5	12,0	3,26	2,75	— 0,51
12,0	10,5	2,70	3,07	+ 0,37
10,5	9,0	3,34	3,49	+ 0,17
9,0	7,5	4,62	4,02	— 0,50
7,5	6,0	4,67	4,76	+ 0,09
6,0	4,5	5,77	5,82	+ 0,05
4,5	3,0	7,33	7,51	+ 0,18
3,0	1,5	10,61	10,59	+ 0,02

Bei allen meinen Versuchen habe ich, wie schon früher erwähnt worden ist, immer eine ziemlich concentrirte Kupfervitriollösung gebraucht, um bei der Bestimmung der Widerstände von der Polarisation unabhängig zu seyn. Aber es konnte auch eine andere Flüssigkeit, z. B. verdünnte Schwefelsäure, gebraucht werden, nur mufste in diesem Falle eine andere Berechnungsart angewandt werden. Nämlich dann wird W nicht $a'-a$ gleich seyn, sondern

$$W = a' - a - \frac{p}{F}$$

und

$$W' = (a'_1 - a_1) - \frac{p}{F}.$$

folglich $W' - W = (a'_1 - a_1) - (a' - a)$ gleich dem Widerstande der Schicht $aba'b'$, ganz unabhängig von der Polarisation. Wenn auch p in beiden Beobachtungen nicht

denselben Werth behielte, so würde doch bei den Differenzen $W' - W$ der daraus entstehende Fehler ganz unbedeutend seyn.

Dritte Beobachtungsreihe. In demselben Gefäfse, bei derselben Flüssigkeit und bei sonst ganz gleichen Umständen wurden jetzt unmittelbar die Widerstände der Schichten $ABab$, $aba'b'$ u. s. w. bestimmt. Bei den ersten zwei vertical unter einander stehenden Beobachtungsreihen wurde der Strom auf 10°, bei den drei folgenden auf 15°, und bei den vier letzten auf 12° gehalten.

x'	x	a	a'	a	Mittel aus a
1,5	0	35,04	52,42	35,55	35,29
3,0	1,5	41,65	52,14	41,53	41,59
4,5	3,0	19,46	26,67	19,12	19,29
6,0	4,5	20,40	25,81	19,73	20,06
7,5	6,0	20,58	25,01	20,43	20,50
9,0	7,5	30,92	35,08	30,78	30,85
10,5	9,0	31,37	34,88	31,17	31,27
12,0	10,5	31,52	34,61	31,34	31,43
13,5	12,0	31,76	34,38	31,35	31,55

x'	x	Widerstand		
		a' beobacht.	a berechn.	Diff.
1,5	0	17,13	17,53	+0,40
3,0	1,5	10,55	10,25	— 0,30
4,5	3,0	7,38	7,27	— 0,11
6,0	4,5	5,75	5,64	— 0,11
7,5	6,0	4,51	4,61	+0,10
9,0	7,5	4,23	3,90	— 0,33
10,5	9,0	3,61	3,38	0,23
12,0	10,5	3,18	2,98	— 0,20
13,5	12,0	2,87	2,66	— 0,21

Zweiter Fall.

Die Flüssigkeit ist in einem cylindrisch geformten, ringförmigen Gefäfse enthalten, die Elektroden $ABCD$ und $abcd$ sind concentrisch gestellte Cylinder. (Fig. 16, Taf. I.)

Der Leitungswiderstand in diesem Falle kann leicht aus dem Ausdrucke (1) für den ersten Fall abgeleitet

werden. Nennen wir r den Halbmesser der inneren und R den der äufseren Elektrode, so ist $k=r$, $k+x=R$, $S=2\pi rh$, wo h die Höhe der Flüssigkeit bezeichnet, folglich

$$W=\frac{k}{s}M\log\frac{k+x}{k}=\frac{r}{2\pi rh}M\log\frac{R}{r}=\frac{M}{2\pi h}\log\frac{R}{r}=C.\log\frac{R}{r} \quad (2).$$

Der bekannte englische Physiker Daniell hatte schon im Jahre 1842 die Gesetze des Widerstandes in diesem Falle untersucht und glaubte aus seinen Versuchen (*Phil. Transact. f.* 1842 *pt. II*, Pogg. Ann. Bd. 136, S. 393), die übrigens keine messenden sind, schliefsen zu können, dafs der Leitungswiderstand in cylindrisch geformten Zellen dem Abstande der Elektroden direct und der Fläche des mittleren Querschnittes der Flüssigkeit umgekehrt proportional sey. Unter dem mittleren Querschnitte verstand er die Oberfläche eines Cylinders, dessen Durchmesser das arithmetische Mittel aus den Durchmessern der beiden die Flüssigkeit begränzenden Elektroden ist. Der von Daniell aufgestellte Satz ist offenbar unrichtig und mufs als eine Annäherung zu dem wahren Gesetze betrachtet werden. In der That, wenn wir in unserer Formel (2) das $\log\frac{R}{r}$ in eine Reihe entwickeln, so bekommen wir

$$W=C'.2\left[\left(\frac{\frac{R}{r}-1}{\frac{R}{r}+1}\right)+\frac{1}{3}\frac{\left(\frac{R}{r}-1\right)^3}{\left(\frac{R}{r}+1\right)^3}+\ldots\ldots\right]$$

Behalten wir nur das erste Glied dieser Reihe, so wird

$$W=C'.\frac{R-r}{(\frac{1}{2}R+r)}$$

was von Daniell angenommen wurde.

Poggendorff, bei der Uebersetzung des Daniell'schen Aufsatzes in seinen Annalen, hatte auf diesen Irrthum in einer Anmerkung aufmerksam gemacht und hatte schon früher das wahre Gesetz (Formel 2) in seinen Annalen (Bd. 55, S. 47) angedeutet, aber bis jetzt haben weder er, noch

noch andere Physiker eine experimentale Prüfung des Gesetzes angestellt.[1])

Bei meinen Versuchen verfuhr ich folgendermafsen: ich nahm einen cylindrischen Holztrog, dessen Halbmesser 4, und dessen Höhe 2 Zoll hatte; zwei cylindrische Kupferelektroden wurden in dem Gefäfse befestigt: eine *ABCD* auf der inneren Seite des Gefäfses, die andere *abcd* von 0,5 Zoll Halbmesser auf der Oberfläche eines vertical gestellten Holzcylinders, dessen Axe mit der Axe des Gefäfses genau zusammenfiel. Sechs andere Kupfercylinder mit dünnen Wänden hatten im Durchmesser 1, 1,5, 2,0, 3,0, 3,5 Zoll und konnten der Reihe nach in das Gefäfs auf solche Weise eingeschaltet werden, dafs sie ganz concentrisch mit der inneren Elektrode standen. Folglich konnte die Breite der ringförmigen Schicht der Flüssigkeit, die in das Gefäfs gegossen war, von 0,5 bis 4 Zoll vergröfsert werden.

Die Bestimmung des Leitungswiderstandes geschah ganz nach dem vorher beschriebenen Verfahren; die angewandte Flüssigkeit bestand aus einer beinahe gesättigten Kupfervitriollösung.

Erste Beobachtungsreihe. Acht Daniell'sche Elemente. Ablenkung der Nadel 10°. Die innere Elektrode, von 0,5 Zoll Halbmesser, blieb bei allen Beobachtungen dieselbe.

Halbmesser der äufsern Elektr. *R*.	*a*	*a'*	*a*	Mittel aus *a*	Widerstand $w = a' - a$
4	23,99	32,88	23,96	23,97	8,90
3,5	24,54	32,72	24,43	24,48	8,23
3,0	25,18	32,81	25,03	25,10	7,71
2,5	25,84	32,88	25,69	25,76	7,12

1) Hr. Edlund hat vor einigen Jahren eine solche Prüfung vorgenommen und darüber auf einer der skandinavischen Naturforscherversammlungen eine Mittheilung gemacht. Wiewohl meines Wissens die Versuche, die übrigens das von mir aufgestellte Gesetz bestätigt haben, nicht speciell veröffentlicht worden sind, so war diefs doch für mich ein Beweggrund die von mir längst vorbereiteten nicht zu unternehmen.

P.

Halbmesser der äufsern Elektr. *R*.	*a*	*a'*	*a*	Mittel aus *a*	Widerstand $w = a' - a$
2,0	26,89	32,88	26,58	26,73	6,15
1,5	27,95	32,92	27,89	27,92	5,00
1,0	29,60	32,91	29,44	29,52	3,39
1,0	29,50	32,83	29,78	29,64	3,19
1,5	28,07	32,89	27,91	27,98	4,90
2,0	26,45	32,90	26,61	26,53	6,37
2,5	25,63	32,98	25,61	25,62	7,36
3,0	24,81	32,85	24,86	24,83	8,02
3,5	24,04	32,77	23,86	23,95	8,82
4,0	23,51	32,93	23,46	23,49	9,44

Nach der siebenten Beobachtung wurde die Richtung des Stromes gewechselt, um den Fehler, welcher von der Ungleichartigkeit der Elektroden entstehen konnte, zu eliminiren. Gesetzt, dafs die Elektroden ungleichartig geworden sind und eine elektromotorische Kraft *k* in die Kette eingeführt hätten, so haben wir bei der ersten Beobachtung

$$a' - a = W \pm \frac{k}{F},$$

bei entgegengesetzter Richtung des Stromes wird

$$a' - a_1 = W \pm \frac{k}{F},$$

folglich giebt das arithmetische Mittel aus beiden Beobachtungen $a' - a$ und $a' - a_1$ den Werth von W, ganz unabhängig von k.

In der nachstehenden Tabelle sind die Zahlen der zweiten Columne die arithmetischen Mittel aus den correspondirenden Werthen von W der vorhergehenden Tabelle:

R	Widerstand *W*		
	beobacht.	berechn.	Diff.
4,0	9,17	9,23	+0,06
3,5	8,52	8,64	+0,12
3,0	7,86	7,91	+0,05
2,5	7,24	7,14	−0,10
2,0	6,26	6,15	−0,11
1,5	4,95	4,88	−0,07
1,0	3,24	3,08	−0,16

Aus den Zahlen der zweiten Columne habe ich nach der Methode der kleinsten Quadrate den Werth w des Widerstandes für die Schicht, deren äufsere Elektrode 1,0 Zoll Halbmesser hatte, $w = 3{,}077$ gefunden und aus diesem Werthe sind die Zahlen der dritten Columne nach der Formel

$$W = \frac{w}{\log 2} \log \frac{R}{r}$$

berechnet.

Zweite Beobachtungsreihe. Gleich nach Beendigung der eben angeführten Reihe von Beobachtungen wurde mit derselben Batterie und bei sonst ganz denselben Umständen eine zweite Reihe angestellt, wo für jede Schicht die Werthe von a zweimal, bei entgegengesetzter Richtung des Stromes, bestimmt wurden.

R	a	a'	a	Mittel aus a	Widerstand W		
					$a' - a$ beobacht.	$a' - a$ berechn.	Diff.
4,0	23,40	32,86	23,30	23,35	9,51	9,54	+0,03
3,5	23,91	32,80	24,01	23,96	8,84	8,92	+0,08
3,0	24,81	32,78	24,73	24,77	8,01	8,21	+0,25
2,5	25,07	32,83	25,43	25,25	7,58	7,38	— 0,20
2,0	26,38	32,81	26,35	26,36	6,45	6,36	— 0,09
1,5	27,68	32,88	27,92	27,80	5,08	5,04	— 0,04
1,0	29,59	32,81	29,42	29,50	3,31	3,18	— 0,13

Die kleinen Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von W, in allen von mir angestellten Beobachtungen, lassen keinen Zweifel über die Genauigkeit der von uns abgeleiteten Gesetze für prismatische, sowie auch für cylindrisch geformte Flüssigkeitszellen übrig; nur sind die Differenzen bei den letzten Beobachtungen (für ringförmige Zellen) kleiner als bei den ersten, was dem Umstande zuzuschreiben ist, dafs die Batterie, während der letzten Beobachtungen (wie man aus den Werthen von a' sieht) viel beständiger wirkte.

III. *Betrachtungen über einige physische Eigenschaften der Körper, besonders hinsichtlich der Frage: Sind die sogenannten elementaren Körper wirklich einfache?; von J. A. Groshans.*

Were it but known, beyond the reach of doubt, that the particles of the so-called elements (oxygen, brimstone, gold and the rest of them) are really elementary or simple, it might be worth while to confine the name Atoms to them ..., but it is not known, nay, it is grievously doubted and even plainly called in question by more than one good man and true ...

Moreover our hypothesis (the atomic theory) is big with hints of experiments upon the weigths, sizes, distances, gyrations, evolutions, involutions and resultants of those orbicles of matter, which are its proper subjects. It renders the application of geometry and the calculus to these invisible but computable stars in little, a thing of hope. Organic chemistry.... but we must refrain. — Perhaps enough has been said to suggest more (The Atomic Theory. Westminster Review, No. 1, 1853, *pag.* 180 *et* 195.)

Ich erinnere mich zuweilen der Aeufserung eines Autors vom vorigen Jahrhundert: »Man kann das Wasser destilliren so oft man will, kann es mit anderen Körpern combiniren und wiederum davon trennen, kann es so vielen Operationen wie möglich unterwerfen, immer bleibt es Wasser, kurz ein Element.« Die Aeufserung war etwas unvorsichtig, allein vielleicht legt man noch in unseren Tagen ein wenig zu absolut den Namen Element einer Menge von Körpern bei. Die Vielheit der Elemente scheint nicht in Harmonie zu stehen mit der Einfachheit der Gesetze und der Mittel der Natur.

Da das Atomgewicht eines zusammengesetzten Körpers die Summe der Atomgewichte seiner Bestandtheile ist, so ist ein einfach genannter Körper, welcher ein hohes Atomgewicht besitzt, eben dadurch verdächtig kein Element zu seyn.

Die scheinbar so einfache Substitution eines Atoms (oder

Aequivalents) Chlor für ein Aequivalent Wasserstoff (H_2) im Aether C_4H_5Cl z. B. kann nicht mehr als Argument für die wahrscheinliche Einfachheit des Chlors angeführt werden, seitdem es bekannt ist, dafs in anderen Körpern die Substitution eines Aequivalents Aethyl C_4H_5 oder Amyl, $C_{10}H_{11}$ für ein Aequivalent Wasserstoff (H_2) durchaus auf dieselbe Weise geschieht.

Die Meinung, welche seit unendlichen Zeiten herrscht und noch gegenwärtig gemein ist, freilich besonders unter Leuten, die sich nicht mit der Physik oder Chemie beschäftigen, nämlich: dafs die Metalle, Körper, welche einander in so vieler Hinsicht ähneln, wahrscheinlich Verbindungen derselben Substanzen in verschiedenen Verhältnissen seyen, scheint mir in so fern nicht zu verachten zu seyn, als darin vielleicht der Ausdruck einer Art Verstandes-Instinct liegt, welcher zuweilen die Untersuchungen befruchtet und Entdeckungen hervorruft. Es ist das der Eindruck, welchen das Schauspiel der Natur auf Geister macht, denen zwar die wissenschaftlichen Kenntnisse fehlen, die aber dadurch gerade frei geblieben sind von einigen Vorurtheilen, die gewissermafsen wissenschaftlich seyn können, aber nichtsdestoweniger doch Vorurtheile sind.

Es sind diefs allgemeine Betrachtungen, die allein mich nicht zu diesem Gegenstand veranlafst haben würden; aber ich habe neue und wichtige Gründe (oder glaube sie zu haben) um die Einfachheit der Elemente anzugreifen. Meine Absicht bei diesem Aufsatze ist: nicht blofs es ungemein wahrscheinlich zu machen, dafs Chlor, Brom, Jod und die Metalle zusammengesetzte Körper seyen, sondern noch einen Schritt weiter zu gehen und nachzuweisen, durch welche Methode man sich der genauen Anzahl von Atomen (wahrhaft einfachen, übrigens unbekannten Körpern) die in ihre Verbindung eintreten, versichern könne. Mit einem Wort: ich glaube, die Zeit ist da, dafs diese Elemente, diese Art von Nebelflecken, in eine Menge jener kleinen Sterne aufgelöst werden können, von denen der zu Eingange dieses Aufsatzes citirte englische Schriftsteller spricht.

Vereinzelte Betrachtungen, welche ich in den letzten vier bis fünf Jahren über einige physische Eigenschaften der Körper angestellt, haben endlich nach und nach zu einer Theorie geführt, welche fast gänzlich in meinen früheren Aufsätzen in diesen Annalen enthalten ist. Da indefs die verschiedenen Theile derselben sich darin zerstreut befinden, so werde ich sie in gegenwärtigem Aufsatz zusammenfassen und einige neue Betrachtungen hinzufügen, besonders etwas Nomenclatur. Die Zahlen der Atome, aus denen mehre für elementar erachtete Körper zusammengesetzt sind, werden in diesem Resumé ihre Stelle finden.

Ich werde fortfahren, die Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac als genau anzunehmen. Freilich ist erwiesen, dafs beide Gesetze in gewissen Fällen fehlerhaft sind, allein, wenn die Formeln, welche sie ausdrücken, die Thatsachen im Allgemeinen nicht mit grofser Annäherung vorstellten, so würde man die einfachen Verhältnisse, welche bei Gleichheit der Temperatur und des Drucks zwischen den Dichtigkeiten der Gase und Dämpfe, sowie zwischen den Atomgewichten existiren, niemals haben entdecken können.

Wie mir scheint hätten die Resultate der Vergleichung dieser Dichtigkeiten und dieser Atomengewichte auf den Gedanken führen müssen, derlei Vergleichungen für verschiedene Umstände des Drucks und der Temperatur vorzunehmen. So hätte man analoge Vergleichungen machen können:

1) bei gleichen Temperaturen und ungleichen, aber entsprechenden Drucken,

2) bei gleichen Drucken und ungleichen, aber entsprechenden Temperaturen.

Ich glaube, die erste dieser Vergleichungen würde wichtige Resultate liefern können. Was die zweite betrifft, so sind alle meine Betrachtungen darauf gestützt; wirklich lehrte diese Vergleichung mich kennen:

1) Drei neue Eigenschaften der Körper, welche ich *Deviation, Expansion* und *Sied-Aequivalent* genannt habe.

2) Ein Gesetz oder eine Formel zur Berechnung der entsprechenden Temperaturen aus den beobachteten Siedpunkten.

3) Eine neue allgemeine Formel, um den Gang der Ausdehnung von Flüssigkeiten auszudrücken.

Ich werde die besagte Theorie in einer Reihe numerirter Paragraphen auseinandersetzen, ohne die Definitionen der Propositionen oder der Folgerungen durch verschiedene Zeichen zu unterscheiden.

Um diese Auseinandersetzung nicht jeden Augenblick durch die Ableitung und Combination einiger Formeln zu unterbrechen, werde ich mehre Details in einen Anhang zu dieser Abhandlung vorlegen.

1. Die Dichtigkeiten (bei $0^m,76$ und den Siedpunkten) der Dämpfe irgend zweier Körper A und B stehen zu einander in dem Verhältnifs:

$$dd : dd_1 = \frac{a}{m+e} : \frac{a_1}{m+e_1} \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

In dieser Formel bedeuten:

	Körper A	Körper B
Die Dampfdichtigkeiten bei $0^m,76$ und den Siedpunkten	dd	dd_1
Die Atomgewichte ($O=100$) . . .	a	a_1
Die Siedpunkte	e	e_1

und $273 = m$

Wohl verstanden, dafs man zwei Körper nur dann vergleichen wird, sobald ihre Condensation bei einer gleichen Anzahl von Volumen vor sich geht. Diese Bemerkung gilt für alle Anwendungen der Theorie in dieser Abhandlung.

2. Vergleicht man die Dichtigkeiten dd und dd_1 zweier Körper $(pC+qH_1+rO)$ und $(p_1C+q_1H_1+r_1O)$, so findet man unter andern *oft*, dafs sie genau in demselben Verhältnifs stehen wie die Mengen der Atome von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, aus denen diese Körper zusammengesetzt sind. Diese Eigenschaft wird ausgedrückt durch die folgende Formel:

$$dd : dd_1 = (p+q+r) : (p_1+q_1+r_1) \quad . \quad . \quad (2)$$

3. Diese Erscheinung beobachtet man in folgenden Gruppen:

1ste Gruppe: die Aether $C_4H_{10}O$; $C_4H_{10}O.CO_2$ und $C_4H_{10}O.C_2O_3$

2te Gruppe: der Amyl-Alkohol $C_{10}H_{22}O.H_2O$ und das Tereben $C_{20}H_{32}$

3te Gruppe: der Oenathäther $C_{22}H_{44}O_4$ und die Kampholsäure $C_{20}H_{34}O_3.H_2O$.

4. Die *Expansion* ist das Verhältnifs der Dichtigkeiten eines Körpers im flüssigen und im dampfförmigen Zustande, beide genommen bei der Spannung $0^m,76$ und dem Siedpunkt.

5. Man kann *absolute* und *relative Expansion* unterscheiden.

6. Die *absolute* Expansion einer Reihe von Körpern *A, B, C, D, E* u. s. w. kann ausgedrückt werden durch die Zahlen *a, b, c, d, e* u. s. w., welche die von einer einzigen Kubik-Einheit Flüssigkeit erzeugten Mengen von Kubik-Einheiten Dampf vorstellen, beide genommen bei der Spannung $0^m,76$ und dem Siedpunkt.

7. Die *relative* Expansion ist diejenige, welche sich auf die zur Einheit angenommene Expansion irgend eines Körpers bezieht.

8. Die *relative* Expansion kann durch die *reducirten* Volume vorgestellt und gemessen werden. Das reducirte Volum (vol_r) eines bei e^0 siedenden Körpers ist das flüssige Atomvolum dieses Körpers bei e^0, multiplicirt mit dem Bruch $\frac{m}{m+e}$. Wenn das flüssige Volum bei e^0 ausgedrückt wird durch vol_e, hat man:

$$vol_e = vol_r \times \frac{m}{m+e} \quad . \quad . \quad . \quad (2^b)$$

9. Nimmt man die Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac an, so lassen sich aus ihnen nachstehende zwei Folgerungen ziehen:

Für irgend zwei Körper *A* und *B*, welche eine Condensation von derselben Zahl von Dampfvolumen haben, sind:

1) die reducirten Volumen von *A* und *B* im *umgekehrten Verhältnisse* der Expansionen von *A* und *B*,

2) die Expansionen gleich, wenn die reducirten Volume von *A* und *B* es auch sind.

Die erste dieser Folgerungen wird ausgedrückt durch die Formel:

$$\frac{\text{Exp}}{\text{Exp}_1} = \frac{\text{vol}_{r1}}{\text{vol}_r} \quad . \; . \; . \quad (3)$$

in welcher respective Exp, Exp_1 die Expansionen der Körper *A* und *B*, und vol_r vol_{r1} die reducirten Volume derselben bedeuten.

10. Nun geht aus meinen Betrachtungen (*observations*) auf eine unzweifelhafte Weise das folgende Gesetz hervor:

»Für zwei Körper *A* und *B*, die zur selben Gruppe gehören (z. B. die Wein-Aether $pC+qH+rO$) stehen die Dichtigkeiten dd und dd_1 in dem Verhältnifs $(p+q+r)$ und $(p_1+q_1+r_1)$, multiplicirt mit dem Verhältnifs der Expansionen, d. h.:

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{\text{exp}}{\text{exp}_1} \times \frac{p+q+r}{p_1+q_1+r_1} \quad . \; . \; . \quad (4)$$

11. Die Erfahrung mufs lehren, welche Körper im Allgemeinen eine Gruppe bilden. Für jetzt ist es wesentlich zu wissen, ob solche Gruppen in der That existiren; man wird in dieser Abhandlung mehre derselben finden. Körper, welche eine solche Gruppe bilden und auf welche also die Formel (4) anwendbar ist, werde ich *Körper, zum selben Expansionssystem* gehörig, nennen. Diese Körper sind im Allgemeinen daran kenntlich, dafs sie alle ein gemeinschaftliches Element besitzen. Ich nehme hier das Wort Element in dem Sinne einer Combination von Atomen wie C_4H_{10} oder $C_{10}H_{22}$.

12. Aus der Formel (4) geht hervor, dafs wenn die Formel (2)

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{p+q+r}{p_1+q_1+r_1}$$

anwendbar ist auf zwei zu einem selben Expansionssysteme

gehörigen Körper *A* und *B*, dann für diese Körper der Bruch $\frac{\exp}{\exp_1} = 1$ wird, und dieselben folglich eine gleiche Expansion und ein gleiches reducirtes Volum besitzen. Diefs findet sich wirklich so bei den Körpern der ersten Gruppe des §. 3, nämlich bei den Aethern $C_4H_{10}O$, $C_4H_{10}O.CO_2$ und $O_4H_{10}O.C_2O_3$.

13. Aus vorstehenden Betrachtungen gehen die folgenden zwei Formeln (5) und (6) hervor (deren Herleitung im Anhang zu ersehen).

Sind *A* und *B* zwei zu gleichem Expansionssystem gehörige Körper und werden die flüssigen Dichtigkeiten derselben bei den Siedpunkten *e* und e_1 durch d_e und d_{e1} ausgedrückt, so hat man:

$$\frac{d_e}{d_{e1}} = \frac{\exp^2}{\exp_1^2} \times \frac{p+q+r}{p_1+q_1+r_1} \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

oder mit anderen Worten:

Die flüssigen Dichtigkeiten (bei den Siedpunkten) von *A* und *B* verhalten sich zu einander wie die Quadrate der Expansionen, multiplicirt mit dem Verhältnifs der Atommengen.

Die zweite Formel ist die

$$\frac{(m+e)^2 d_e (p+q+r)}{a^2} = \frac{(m+e_1)^2 d_{e1}(p_1+q_1+r_1)}{a_1^2} \quad . \; . \; (6)$$

welche ich folgendermafsen in Worten übersetze:

Wenn man das Quadrat des um *m* vergröfserten Siedpunkts multiplicirt mit der flüssigen Dichte bei *e* und mit der Anzahl der Atome, darauf das Product durch das Quadrat des Atomgewichts dividirt, so ist der Quotient eine constante Zahl für alle zu einem selben Expansionssysteme gehörigen Körper (Siehe Taf. II).

14. Diefs gilt für die Körper $pC+qH+rO$. Ich will nun die vorstehenden Betrachtungen und Formeln auf alle Körper überhaupt anwenden, die wir im flüssigen und dampfförmigen Zustand beobachten können.

15. Man findet, dafs folgende Körper eine gleiche Expansion haben:

Gruppe I. Die Aether $C_4H_{10}S$; $C_4H_{10}S.SO_2$ und $C_4H_{10}O.CS_2$. Das reducirte Volum dieser drei Körper ist dasselbe wie das des Aethers $C_4H_{10}O$, nämlich $=588$.

Gruppe II. Die Aether $C_4H_{10}Cl$; $C_4H_{10}Br$ und $C_4H_{10}J$. Das reducirte Volum dieser drei Körper ist $=855$.

Gruppe III. Die Körper PCl_3 und PCl_3O_2, deren reducirte Volume respective 914 und 921, sind also gleich.

16. Man darf nicht bezweifeln, dafs diese Körper wirklich Gruppen bilden, deren Glieder gleichen Expansionssystemen angehören. Will man auf sie die Formel (4)

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{\exp}{\exp_1} \times \frac{p+q+r}{p_1+q_1+r_1}$$

anwenden, so sieht man, dafs das Glied $\frac{\exp}{\exp_1} = 1$ ist. Es ist also klar, dafs eine Formel analog der Formel (2)

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{p+q+r}{p_1+q_1+r_1}$$

auf sie anwendbar ist. Allein hier stellen sich zwei Schwierigkeiten ein. Zunächst verschwinden in der Formel (2) die Gröfsen p, q, r (oder wenigstens einige derselben) für diese Körper. Dann ist es klar, dafs die aus der Formel verschwundenen oder ihr fehlenden Gröfsen durch neue und unbekannte ersetzt werden müssen.

17. Diefs hat mich bestimmt, die drei Zahlen $(p+q+r)$ zusammen zu betrachten mit den neuen und unbekannten Gröfsen, deren Einführung in die Formel (2) und die übrigen Formeln, als ein einziges Glied, nothwendig ist, dem ich den Namen *Sied-Aequivalent* gegeben habe.

18. Ich habe mir zunächst das *Sied-Aequivalent* irgend eines Elements (C, H, O, S, Cl oder Br) als eine bestimmte und unveränderliche Zahl vorgestellt.

19. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff haben für jedes Atom C, H und O ein gleiches Sied-Aequivalent. Ich habe dieses Aequivalent zur Einheit genommen.

20. Das Sied-Aequivalent eines aus mehren Elementen bestehenden Körpers ist gleich der Summe der Aequi-

valente seiner constituirenden Atome. Das Aequivalent eines Körpers $pC + qH + rO$ ist also $= p + q + r$.

21. Was die übrigen Körper betrifft, so habe ich mich, um deren Sied-Aequivalente auszudrücken, der folgenden Betrachtungen bedient.

22. Jeder chemische Körper kann vorgestellt werden durch die Formel:

$$pC + qH + rO + sR + tR_{,} + uR_{,,} + \ldots \quad (7)$$

in welcher R, $R_{,}$, $R_{,,}$, ... andere Elemente als C, H und O bezeichnen z. B. Chlor, Brom u. s. w. Wenn man irgend ein Element (C, H, S, Br) im isolirten Zustand betrachtet, wird der Coëfficient desselben $= 1$, und die übrigen Coëfficienten der Formel (7) werden $= 0$ und verschwinden.

23. Im Allgemeinen besteht das Sied-Aequivalent eines anderen Elements als C, H und O aus mehren Einheiten.

24. Das Sied-Aequivalent eq eines durch die Formel (7) bezeichneten Körpers kann ausgedrückt werden durch die Formel:

$$eq = p + q + r + sR + tR_{,} + uR_{,,} + \ldots \quad (8)$$

in welcher R, $R_{,}$, $R_{,,}$, u. s. w. die Sied-Aequivalente eines Atoms der Körper R, $R_{,}$, $R_{,,}$, u. s. w. der Formel (7) bedeuten. Es handelt sich nun darum, Methoden anzugeben, durch welche man diese Aequivalente bestimmen könne.

25. Nehmen wir wiederum die Formeln (2), (4), (5) und (6), um sie nach den angenommenen Definitionen abzuändern und im Allgemeinen auf alle Körper von jeglicher Zusammensetzung anzuwenden.

Seyen die Sied-Aequivalente zweier Körper A und B ausgedrückt durch die Symbole eq und eq_1, so werden jene Formeln:

$$(2) \quad \frac{dd}{dd_1} = \frac{eq}{eq_1} \quad \ldots\ldots \quad (9.)$$

$$(4) \quad \frac{dd}{dd_1} = \frac{\exp}{\exp_1} \times \frac{eq}{eq_1} \quad \ldots \quad (10)$$

$$(5) \quad \frac{de}{de_{\text{I}}} = \frac{\exp^2}{\exp_1^{\,2}} \times \frac{eq}{eq_1} \quad .\ . \quad (10^6)$$

$$(6) \quad \frac{(m+e)^2 d_e}{a^2} cq = \frac{(m+e_1)^2 d_{e1}}{a_1^{\,2}} eq_1 \quad .\ .\ . \quad (11).$$

Alle diese Formeln gelten nur für Körper, welche zu gleichem Ausdehnungssysteme gehören und deren chemische Formeln so geschrieben sind, dafs ihre Condensation sich auf eine gleiche Zahl von Volumen bezieht.

26. Diese Formeln reichen hin zur Bestimmung der Sied-Aequivalente aller Elemente, vorausgesetzt, dafs man von einer sehr grofsen Zahl von Körpern genaue Beobachtungen über die Siedpunkte und die flüssigen Dichtigkeiten bei *e* zu seiner Verfügung habe.

27. Allein da beim gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft die Beobachtungen dieser Temperaturen und dieser Dichtigkeiten weder hinlänglich genau noch zahlreich genug sind, so wird man durch obige Formeln nur eine kleine Anzahl von Sied-Aequivalenten bestimmen können.

28. Die Bestimmung dieser Aequivalente wird sehr erleichtert, wenn man eine neue Eigenschaft dieser Körper, welche ich *Deviation* nenne, in die Formeln einführt.

29. Die Deviation ist eine gewisse durch Zahlen ausdrückbare Modification der Dampfdichtigkeit *dd*. Diese Definition, obgleich unvollständig, hindert nicht, dafs man sich der Eigenschaft bedienen könne.

30. Der Begriff der Deviation gründet sich auf die Verschiedenheit der Constitutionen der Dämpfe und Flüssigkeiten.

In der That sind bei allen Körpern die Dampfdichtigkeiten bei allen entsprechenden Temperaturen durch ein gemeinsames Maafs mefsbar. Dasselbe Maafs ist anwendbar auf das Wasser, die verschiedenen Aether, das Brom und die Metalle. Diese Eigenschaft ist eine Folge aus dem Gesetz der entsprechenden Temperaturen (siehe diese Ann. Ergänzbd. III., S. 599).

Die flüssigen Dichtigkeiten (bei entsprechenden Temperaturen) lassen sich dagegen nicht durch ein gemeinschaft-

liches Maafs messen. Denn das Verhältnifs der flüssigen Dichtigkeiten zweier Körper, die nicht zu gleichem Dilatationssystem gehören (z. B. Aether und Quecksilber), ist nicht constant, sondern variirt mit der Spannung.

31. Alle beliebigen Körper *B, C, D, E* u. s. w. (Aetherarten, Metalle, Schwefel u. s. w.) lassen sich vergleichen mit einem und demselben Körper *A*, dessen Sied-Aequivalent eq bekannt ist. Macht man, für diesen Körper *A*, $dd = eq$, so kann man die Dichtigkeit dd der übrigen Körper *B, C, D, E* u. s. w. ausdrücken in einem gemeinsamen Maafse und dieses wird seyn $= \frac{1}{eq}$ der (gleich eq gesetzten) Dichtigkeit des Körpers *A*.

32. Die Wahl des Körpers *A*, mit welchem man alle übrigen Körper vergleicht, ist in gewisser Hinsicht gleichgültig. Allein da wir zur Einheit der Sied-Aequivalente das Sied-Aequivalent eines Atoms von C, H oder O genommen haben, so scheint es natürlich, für *A* irgend einen Körper $pC + qH + rO$ zu nehmen. Bei meinen früheren Betrachtungen hatte ich das Wasser, H_2O, gewählt, allein gewisse zufällige Leichtigkeiten in der Rechnung und einige andere Gründe haben mich seitdem bestimmt, den Aether $C_4H_{10}O$ vorzuziehen.

Wenn man also in der Formel (1)

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{\frac{a}{m+e}}{\frac{a_1}{m+e_1}}$$

$dd = eq = p + q + r = 4 + 10 + 1 = 15$, so wie $a = 461,5$ und $e = 35,5$ macht, so hat man:

$$dd_1 = \frac{15\,(m+35,5)}{462,5} \cdot \frac{a_1}{m+e_1}$$

oder

$$dd_1 = \frac{9,9\,a_1}{m+e_1}.$$

Statt 9,9 kann man rund 10 nehmen; dann wird $e = 35,3$ statt 35,5 und von diesen beiden Zahlen ist die eine so wahrscheinlich als die andere.

Man hat also die Formel

$$dd_1 = \frac{10\,a_1}{m+e_1}.$$

Allein man kann die Accente bei den Zeichen fortlassen, weil *dd*, *a* und *e* des Körpers *A* durch Zahlen statt der Buchstaben ersetzt sind, also die auf *A* bezüglichen Zeichen nicht mehr in den Formeln erscheinen.

Man hat also die Formel

$$dd = \frac{10\,a}{m+e} \quad \ldots \ldots (12).$$

Nimmt man diese Bezeichnung an, so wird man *oft* (Siehe §§. 2 und 25) für zwei Körper *B* und *C* bei Berechnung der Dichtigkeiten nach der Formel (12) das Verhältnifs haben:

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{eq}{eq_1} \quad \ldots \quad (9).$$

Aus vorstehenden Bemerkungen folgt, dafs wenn die Formel (9) auf die Körper *A* und *B* und auf die *A* und *C* anwendbar ist, man auch haben wird:

$$dd = eq \quad \ldots \quad (13)$$

und

$$dd_1 = eq_1 \quad \ldots \quad (13^b).$$

Oft also sind in Bezug auf den gewählten Körper *A*, der hier der Aether $C_4H_{10}O$ ist, die Dampfdichtigkeiten *dd* gleich den Sied-Aequivalenten, und danach wird man eine zahlenreiche Gruppe von Körpern bilden können.

Allein es giebt auch eine grofse Anzahl von Körpern, für welche diese Gleichung durchaus nicht statt hat. So findet sich diese Gleichung nicht gültig bei dem Essigäther $C_4H_{10}O \,.\, C_4H_6O_3$.

33. Nähme man für den Körper *A* den Essigäther, statt des Aethers $C_4H_{10}O$, so könnte man eine andere Gruppe von Körpern bilden, auf deren sämmtliche Glieder die Formeln (9), (13) und (13^b) ebenfalls anwendbar seyn würden.

Nennt man die Gruppe des Aethers $C_4H_{10}O$ die Gruppe *A*, und die des Essigäthers die Gruppe A_1, so würden diese drei Formeln nicht mehr anwendbar seyn

auf zwei Körper, von denen der eine zur Gruppe A, der andere zur Gruppe A_1 gehörte, vielmehr müfsten beide Körper, die man vergleichen wollte, zu einer selben Gruppe A oder A_1 gehören. Sonach könnte man eine grofse Anzahl von Gruppen A, $A_{\prime}$, $A_{\prime\prime}$, $A_{\prime\prime\prime}$ u. s. w. bilden.

Allein statt dessen ist es besser, alle Körper mit einem einzigen Körper zu vergleichen und sonach alle Gruppen zu einer einzigen zu vereinigen. Und das geschieht durch die mit dem Namen *Deviation* belegte Eigenschaft.

Nimmt man zu diesem einzigen Körper den Aether $C_4H_{10}O$, so kann man für alle Körper, deren Dichtigkeiten dd und dd_1 man nach der Formel (12) berechnet hat, schreiben:

$$dd = x \,.\, eq \quad \ldots \quad (14)$$

und

$$dd_1 = x_1 \,.\, eq_1 \quad \ldots \quad (14^b).$$

Die Zahlen x und x_1 sind die Deviationen dieser Körper. Für Körper, für welche in Bezug auf den Aether, $C_4H_{10}O$, die Formel (9), (13) und (13^b) gültig sind, sind die Zahlen x und $x_1 = 1$, wie für den Aether selbst. Für andere Körper kann man sagen, dafs x oder x_1 vom Werthe 1 *abweiche,* und deshalb nenne ich die Zahlen x und x_1 *Deviation.*

Setzt man $x = dev$, und $x_1 = dev_1$, so werden die Formeln (14) und (14^b)

$$dd = dev.\,eq \quad \ldots \quad (15).$$

und

$$dd_1 = dev_1 .\, eq_1 \quad \ldots \quad (15^b).$$

34. Berechnet man die Deviationen für die Körper der drei Gruppen (§. 3), so findet man sie respective = 1, 0,375 und $\frac{1}{3}$. Oft, aber nicht immer, findet man zwischen den verschiedenen Deviationen einfache Verhältnisse.

35. Substituirt man in der Formel (12)

$$dd = \frac{10a}{m+e}$$

die Formel (15), so erhält man

$$dev = \frac{10a}{(m+e)eq} \quad \ldots \quad (16).$$

Daraus

Daraus folgt, dafs, wenn man für einen Körper die Deviation *a priori* bestimmen könnte (und das ist oft möglich), sich eine der beiden Gröfsen e oder eq berechnen liefse, wenn man eine von ihnen kennte.

Die Formel (16) findet keine Anwendung, oder darf es wenigstens nicht, auf Körper, deren Condensation nicht nach 2 Volumen geschieht. Geschieht die Condensation nach 4 Volumen, so mufs man

1) Entweder die chemische Formel dieser Körper verändern d. h. durch 2 dividiren,

2) Oder die Formel des Aethers $C_4H_{10}O$ verdoppeln, also $C_8H_{20}O_2$ schreiben. Die Deviation des Körpers $C_8H_{20}O_2$ ist also in Bezug auf den Aether, $C_4H_{10}O$, $=\frac{1}{2}$. Diefs kommt darauf hinaus die Formel:

$$dev = \frac{1}{2} \cdot \frac{10a}{(m+e)eq} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16^b)$$

anzuwenden.

36. Dividirt man die Formel (15) durch die (15^b), so erhält man die Formel:

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{dev}{dev_1} \cdot \frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Diese Formel hat einige Analogie mit der Formel (10), aber die Formel (17) gilt für alle Körper B und C ohne Ausnahme, wenn sie auch zu verschiedenen Expansionssystemen gehören.

Vergleicht man mit einander die Formeln:

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{exp}{exp_1} \cdot \frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

und

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{dev}{dev_1} \cdot \frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17),$$

so ist leicht zu sehen, dafs man für zwei zu gleichem Expansionssystem gehörige Körper die Formel haben wird:

$$\frac{dev}{dev_1} = \frac{exp}{exp_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17^b).$$

Bei diesen Körpern stehen also die Deviationen in demselben Verhältnifs wie die Expansionen.

Die Formel

$$\frac{de}{de_1} = \frac{exp^2}{exp_1^2} \cdot \frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10^b)$$

kann also für Körper von gleichem Expansionssystem abgeändert werden wie folgt:

$$\frac{de}{de_1} = \frac{dev^2}{dev_1^2} \cdot \frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$

37. Die Deviation einer Combination ($A+B$) ist zuweilen der von A oder der von B gleich und zuweilen von beiden verschieden.

38. Angenommen die Deviation des Aethyls $C_4 H_{10}$ sey $= 1$ und die des Amyls $C_{10} H_{22} = \frac{2}{3}$, so findet man, dafs die Verbindungen dieser Körper mit Sauerstoff, Schwefel und mehren Säuren respective dieselben Deviationen 1 und $\frac{2}{3}$ besitzen. Man sehe die Tafeln IV und V im Anhange.

39. Diefs führt dahin, die Körper in Bezug auf die Deviation in zwei Klassen zu theilen, in

active und passive.

40. Active Körper sind diejenigen, die, wenn sie sich mit anderen Körpern verbinden, dieser Verbindung ihre eigene Deviation einprägen. Solche active Körper sind: Wasserstoff, Aethyl $C_4 H_{10}$, Methyl $C_2 H_6$, Amyl $C_{10} H_{22}$, Phosphor und vielleicht die Metalle.

41. Passive Körper sind solche, welche, wenn sie sich mit einem anderen Körper verbinden, ihre eigene Deviation verlieren, während die Verbindung die Deviation des anderen (activen) Körpers annimmt. Solche passive Körper sind: Sauerstoff, Schwefel, Kohlensäure, Oxalsäure, und, wie man weiterhin sehen wird, Chlor, Brom, Jod und Cyan.

42. Anlangend den dritten Fall, in welchem die Deviation von ($A+B$) weder der von A, noch der von B gleich ist, so hat die Beobachtung noch viel zu lehren über den Einflufs der speciellen Deviationen von A und von B auf die resultirende Deviation von ($A+B$).

43. Eine analoge Unterscheidung (von activen und passiven Körpern) läfst sich in Bezug auf die Expansion

machen. Um diefs zu erläutern, werde ich einige Bemerkungen über die Expansionssysteme machen.

44. Substituirt man die Formel

$$\frac{exp}{exp_1} = \frac{volr_1}{volr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3),$$

die folgende

$$\frac{exp}{exp_1} = \frac{dev}{dev_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17^b),$$

so erhält man für die Körper von gleichem Expansionssystem die Formel

$$\frac{dev}{dev_1} = \frac{volr_1}{volr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18^b).$$

Aus dieser folgt:

$$dev \,.\, volr = dev_1 \,.\, volr_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18^c),$$

d. h. das Product der Multiplication des reducirten Volums mit der Deviation ist eine constante Zahl für alle Körper eines und desselben Expansionssystems.

Für die Wein- und Amyläther $pC + qH + rO + sS$ hat man

$$volr \times dev = 588.$$

45. Denken wir uns eine Verbindung $(A + B)$, deren Bestandtheile A und B zu zwei verschiedenen Expansionssystemen gehören. Für die Gruppe, zu welcher A gehört, sey

$$volr \,.\, dev = G$$

und für die Gruppe B

$$vol\ r \,.\, dev = J.$$

Für das System, zu welchem die Verbindung $(A + B)$ gehören wird, giebt es drei Fälle; man kann für dieses haben:

$$volr \,.\, dev = G$$
$$volr \,.\, dev = J$$

oder endlich

$$volr \,.\, dev = H.$$

Im ersten Falle kann man sagen, der Körper A sey *activ in Betreff der Expansion*, weil sein System das der Verbindung ist, und der Körper B sey *passiv* in Betreff

der Expansion, weil er sein System einbüfst. Im zweiten Fall findet das Umgekehrte statt; *A* ist passiv, *B* ist activ.

Was den dritten Fall betrifft, so bedarf es noch der Beobachtungen, um den Einflufs der beiden Systeme *G* und *J* auf die Hervorbringung des Systems *H* zu berechnen.

Es scheint, dafs ein Körper zugleich activ in Betreff der Deviation, und passiv in Betreff der Expansion seyn könne.

46. Alle Weinäther $pC + qH + rO + sS$ haben eine Deviation $= 1$. Diefs geht aus ihren reducirten Volumen hervor, die sämmtlich $= 588$ sind, d. h. gleich dem reducirten Volum des Aether $C_4H_{10}O$. (Siehe Tabelle IV).

47. Es scheint also leicht, das Sied-Aequivalent des Schwefels zu berechnen, denn man hat für einen solchen Aether

$$dd = eq \quad . \; . \; . \; . \quad (13)$$

und

$$eq = p + q + r + sS \quad . \; . \; . \; . \quad (8)$$

woraus

$$S = \frac{eq - (p + q + r)}{s} \quad . \; . \; . \; . \quad (19).$$

48. *S* ist hier das Sied-Aequivalent des Schwefels, welches besser durch (eqS) ausgedrückt seyn wird.

Wendet man die Formel (19) auf obige Aether an, so erhält man für (eqS) die folgenden drei Werthe (Siehe Tabelle IV im Anhang).

$$(eqS) = 2; \quad (eqS) = 3; \quad (eqS) = 4.$$

49. Diefs Resultat scheint, nach §. 18, mit der Vorstellung des Sied-Aequivalent als einer bestimmten und constanten Zahl unverträglich zu seyn. Ich werde am Schlusse dieser Abhandlung auf diese scheinbare Anomalie zurückkommen.

50. Anlangend die Sied-Aequivalente des Chlors, Broms, Jods und Stickstoffs, so bin ich zu ihnen auf folgende Weise gelangt.

Die drei Aether $C_4H_{10}Cl$, $C_4H_{10}Br$ und $C_4H_{10}J$ haben eine gleiche Expansion, allein sie ist nicht die des

Aethers $C_4H_{10}O$. Ueberdiefs ist das Dilatationssystem dieser drei Körper verschieden von dem des Aethers $C_4H_{10}O$. Folglich kann der Vergleich ihrer reducirten Volume mit dem des Aethers $C_4H_{10}O$ kein Resultat geben.

51. Nach der Analogie zwischen dem Chlor, Brom und Jod ist es sehr wahrscheinlich, dafs die Gleichheit der Expansionen eine Anzeige von Gleichheit der Deviationen dieser drei Aether ist, und dafs folglich auf sie die Formel

$$\frac{dd}{dd_1}=\frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

anwendbar ist. Kennt man daher die Deviation in Bezug auf die des Aethers $C_4H_{10}O$, welche $=1$ ist, so hat man sogleich ihre Sied-Aequivalente durch die Formel

$$dd=dev.eq \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15).$$

52. Ich bemerke zunächst, dafs die Condensation dieser drei Aether von 4 Volumen ist, während die des Aethers $C_4H_{10}O$ nur von 2 Volumen ist.

53. Um sie also mit dem Aether $C_4H_{10}O$ zu vergleichen, mufs man ihre Condensationen gleich machen, was dadurch geschehen kann, dafs man die Formel des Aethers $C_4H_{10}O$ als $C_8H_{20}O_2$ schreibt.

54. Nun ist die Deviation des Aethers $C_8H_{20}O_2=\frac{1}{2}$, und wir wissen, dafs das Aethyl in Betreff der Deviation ein sehr activer Körper ist. Gesetzt also, Chlor, Brom und Jod wären in Betreff der Deviation passive Körper, so würden die Deviationen der drei Aether sämmtlich $=\frac{1}{2}$ und man könnte die Sied-Aequivalente berechnen, wie folgt:

$$(eq\,\mathrm{Cl})=14;\quad (eq\,\mathrm{Br})=30;\quad (eq\,\mathrm{J})=43.$$

Diefs Resultat ist für jetzt nur eine Hypothese, deren Wahrscheinlichkeit durch andere Thatsachen geprüft werden mufs.

55. Diese Hypothese erlangt einen ersten Grad von Wahrscheinlichkeit, wenn man erwägt, dafs die Dichtigkeit *dd* des Broms (im isolirten Zustand) $=30$ ist. Es ist also wahrscheinlich, dafs für diesen Körper die Deviation $=1$ sey. Endlich wird die Hypothese bewiesen, durch die Betrachtungen und die Tabelle I. des folgenden Paragraphen.

56. In einem früheren Artikel habe ich bemerkt, dafs im Allgemeinen die Expansionen für die drei Körper $R\,Cl_n$, $R\,Br_n$ und $R\,J_n$ gleich oder fast gleich sind; es ist also sehr wahrscheinlich, dafs ihre *Deviationen* ebenfalls gleich oder fast gleich seyen. Und wirklich ist diefs der Fall, wie man aus der folgenden Tabelle ersehen kann, in welcher ich alle Reihen der Körper $R\,Cl_n$, $R\,Br_n$ und $R\,J_n$, die zu meiner Kenntnifs gelangt sind und deren Siedpunkte beobachtet wurden, zusammengestellt habe.

Ich habe die Hypothese des §. 54 für das Cyan gemacht, unter der Annahme, es sey in Betreff der Deviation ein passiver Körper; voraussetzend also, die Deviation des Aethers $C_4H_{10}Cy = \frac{1}{2}$, habe ich daraus abgeleitet:

$$(eq\,N) = 3.$$

In der folgenden Tafel habe ich fünf Körper zusammengestellt, die Cyan enthalten:

Tafel I.

Zusammensetzung			Atomgewicht	Siedaequivalent	Deviation		Siedaequivalent S_2	Beobachtete Siedpunkte	Berechnete Siedpunkte
C	H_t	R_n			beobachtet	vorausgesetzt			
				Erste Gruppe: Aethyle.					
4	10	Cl	806,25	28	—			11° P; 12,5 V	14,9
4	10	Br	1362,5	44	—			40,7 P	36,6
4	10	J	1951,3	57	—	$\frac{1}{2}$		70,0 P	69,3
4	10	Cy	687,5	19	—			82 R; 88 F	88,8
4	10	CyS_2	1087,5	25	—		6	146 C	162,0
				Zweite Gruppe: Methyle.					
2	6	Cl	631,25	22	—	0,546			—,10
2	6	Br	1187,5	38	0,546			13,0 P	
2	6	J	1776,2	51	0,549			43,8 P	
2	6	Cy	512,5	13	0,563			77 D	
				Dritte Gruppe: Amyle.					
10	22	Cl	1331,25	46	0,386			101,7 P	
10	22	Br	1887,5	62	0,388			118,7 P	
10	22	J	2476,2	75	0,394			146 F	
10	22	Cy	1212,5	37	0,391			146 F	
10	22	CyS_2	1612,5	43	0,39 — 0,40		6	195—210 H	

Zusammensetzung C	H_1	R_n	Atomgewicht	Siedaequivalent.	Deviation beobachtet	Deviation vorausgesetzt.	Siedaequivalent S_2	Beobachtete Siedpunkte	Berechnete Siedpunkte
			Vierte Gruppe: Chloraelayl und Bromaelayl.						
4	8	Cl_2	1237,5	40	0,432			85,0 P	
4	8	Br_2	2350	72	0,402			132,6 P	
			Fünfte Gruppe: Chloroform und Bromoform.						
2	2	Cl_3	1493,7	46	0,483			63,5 P	
2	2	Br_3	3162,5	94	0,395			152 C	
			Sechste Gruppe: Beobachtungen von Cahours [1]).						
6	12	Cl_2	1412,5	46	0,407			104	
6	12	Br_2	2525	78	0,387			145	
6	10	Cl_3	1843,7	58	0,359			170	
6	10	Br_3	3512,5	106	0,356			192	
6	8	Cl_4	2275	70	0,347—0,343			195—200	
6	8	Br_4	4500	134	0,336			226	
6	6	Cl_5	2706,2	82	{ 0,331 / 0,335			220—225	
6	6	Br_5	5487,5	162	0,320			255	

Die Buchstaben in dieser Tafel bedeuten: C: Cahours; D: Dumas; F: Frankland; H: Henry; P: Pierre; R: Regnault oder Regnault's Angabe, V: Verschiedene Beobachter.

Die Deviationen sind nach der Formel (16^b) berechnet und dabei die folgenden Sied-Aequivalente angenommen.

$$(eq\mathrm{Cl}) = 14; \quad (eq\mathrm{J}) = 43;$$
$$(eq\mathrm{Br}) = 30; \quad (eq\mathrm{N}) = 3.$$

Die allgemeine Uebereinstimmung der berechneten Deviationen unter sich beweist die Genauigkeit der angenommenen Sied-Aequivalente; ein zweiter Beweis dafür ist der, dafs die Deviationen der Verbindungen des Aethyls und des Amyls mit den Deviationen dieser beiden Körper im isolirten Zustand übereinstimmen.

57. Denn, was das Amyl betrifft, so erhellt aus dieser Tafel, dafs die Verbindungen dieses Körpers eine Deviation $= 0{,}39$ besitzen, und diefs scheint auf den ersten Augenblick nicht mit der Behauptung im §. 38 übereinzustimmen, dafs die eigene Deviation des Amyls $= \frac{2}{3}$ sey (was durch

1) Jahresbericht von Kopp und Liebig 1850, S. 496.

die Tafel VI. des Anhangs bestätigt wird); allein es ist leicht, diese scheinbare Anomalie verschwinden zu machen.

58. Dazu braucht man sich nur zu erinnern, dafs zwei isomere Amyläther $O_{10}H_{22}O$ beobachtet worden sind, von denen der eine bei 110° und der andere bei 175° siedet. Nimmt man für diese beiden Körper eine Condensation von 2 Volumen an, so findet man die Deviationen 0,780 und $\frac{2}{3}$. In der Tafel I. findet sich der Aether, dessen Deviation 0,780 ist. Verdoppelt man die Formel $C_{10}H_{22}$, nimmt also $C_{20}H_{44}$, wie wir es für den Aether $C_4H_{10}O$ gethan, so bringt man die Condensationen und Deviationen in Uebereinstimmung $\left(\frac{0{,}780}{2} = 0{,}39\right)$.

59. Das Methyl ist in Betreff der Deviation wahrscheinlich auch ein activer Körper und einer seiner Isomeren hat dann die Deviation 1,10 oder $\frac{1{,}10}{2} = 0{,}55$.

60. Das unbekannte Aequivalent irgend eines Körpers R läfst sich berechnen, wenn man die Siedpunkte zweier seiner Verbindungen RCl_n und RBr_n kennt. Denn nach der Tafel I. kann man annehmen, dafs die Deviationen dieser beiden Verbindungen gleich seyen.

61. Es sey die für das Sied-Aequivalent von R gefundene Zahl $= (eqR)$, so könnte dieselbe entweder genau oder nur annähernd richtig seyn. Diefs wird abhängen von dem mehr oder weniger grofsen Unterschiede, welcher wirklich zwischen den beiden als gleich vorausgesetzten Deviationen der Körper RCl_n und RBr_n besteht, oder auch natürlich von der mehr oder weniger grofsen Genauigkeit, mit welcher die Atomgewichte und Siedpunkte bestimmt worden sind.

62. Man kann also die erhaltene Zahl (eqR) als eine erste Auskunft über eine unbekannte Eigenschaft betrachten, die der Bestätigung oder Berichtigung bedarf.

63. Es seyen

	für Körper $R Cl_n$	für Körper $R Br_n$
Die Deviationen	dev	dev_1
Die Atomgewichte ($O = 100$)	a	a_1
Die Siedpunkte	$m + e$	$m + e_1$
Die Sied-Aequivalente	$R + 14n$	$R + 30n$.

Angenommen nun, die Condensationen seyen gleich für beide Körper, so können die Deviationen ausgedrückt werden durch die Formel:

$$dev = \frac{10a}{(m+e)eq} \cdot \tfrac{1}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (19^b),$$

in welcher man substituiren kann;

$$(eq R Cl_n) = R + 14n; \quad (eq R Br_n) = R + 30n.$$

Man hat also die folgenden zwei Formeln:

$$dev = \frac{10a}{2(m+e)(R+14n)} \; (20); \quad dev_1 = \frac{10a_1}{2(m+e_1)(R+30n)} \; (21).$$

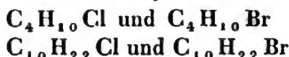
Gesetzt

$$dev = dev_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (22)$$

ist das Sied-Aquivalent R des Körpers R gegeben durch die Formel:

$$R = \frac{14na_1(m+e) - 30na(m+e_1)}{a(m+e_1) - a_1(m+e)} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (23).$$

Nach dieser Formel berechnen sich die Sied-Aequivalente des Aethyls und des Amyls aus den Körpern



$C_4H_{10}Cl$ und $C_4H_{10}Br$
$C_{10}H_{22}Cl$ und $C_{10}H_{22}Br$

wie folgt.,

für das Aethyl C_4H_{10} zu 16,1 (richtig 14)
» » Amyl $C_{10}H_{22}$ » 30,8 (richtig 32).

64. Suchen wir das Sied-Aequivalent des Phosphors und nehmen das Atomgewicht desselben zu 393,75.

Bei Anwendung der Formeln (20) und (21) auf die Körper PCl_3 und PBr, welche nach Pierre bei 78,3 und 175,3 sieden, findet man $(eqP) = 46{,}6$. Die gemeinsame Deviation beider Körper berechnet sich dann zu 0,277. Die Zahl 46,6 kann in Bezug auf die Sied-Aequivalente des Schwefels und Chlors sehr grofs erscheinen; indefs

wird es mir leicht, es wahrscheinlich zu machen, dafs das wahre Sied-Aequivalent (in plus oder minus) wenig von 40 abweiche.

65. In der That haben die beiden Körper:

PCl_3 $e = 7{,}82$ Pierre

PCl_3O_2 $e = 110$ Cahours, Wurtz

eine gleiche Expansion (Siehe Taf. V. des Anhangs); folglich ist die Formel:

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{eq}{eq_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

anwendbar auf sie; sey

$$\frac{eq}{eq_1} = \frac{P+42}{P+42+2}$$

(wenn man macht $(eq\,P) = P$; $(eq\,Cl_3) = 42$; und $(eq\,O_2) = 2$), während, wenn dd und dd_1 nach der Formel (12) berechnet worden, man, bei Berücksichtigung des Unterschiedes der Condensation mit der des Aethers $C_4H_{10}O$, haben wird

$$\frac{eq}{eq_1} = \frac{dd}{dd_1} = \frac{24{,}55}{25{,}13},$$

was durch die Combination der beiden letzteren Formeln giebt:

$$P = (eq\,P) = 42{,}65,$$

woraus

$$dev = dev_1 = 0{,}29$$

wenig abweichend vom Werthe 0,277 des vorhergehenden Paragraphen.

66. Die flüssige Dichtigkeit des Körpers PCl_3S_2, welcher bei 126° C. (Cahours) siedet und dessen Dichtigkeit $dd = 26{,}56$ ist, halte ich nicht für bekannt; allein sehr wahrscheinlich ist, dafs dieser Körper zu derselben Gruppe wie die beiden im vorigen Paragraphen erwähnten Körper gehöre und seine Deviation gleichfalls $= 0{,}29$ sey. Dann hat man:

$$(eq\,PCl_3S_2) = \frac{26{,}56}{0{,}29} = 91{,}6$$

und wenn man von 91,6 die Zahlen 42 für $(eq\,Cl_3)$ und 6 für $(eq\,S_2)$ abzieht, bleibt 43,6 für $(eq\,P)$.

66[b]. Es giebt, was die physischen Eigenschaften zwischen dem Chlorphosphor PCl_3 und dem Alkohol $C_4H_{12}O_2$ betrifft, eine merkwürdige Analogie; dieselbe kann hier nicht aus einer Aehnlichkeit der Zusammensetzung entspringen, weil alle Elemente des einen Körpers von denen des anderen abweichen. Diese Analogie scheint also das Resultat allgemeiner, die Materie beherrschender Gesetze zu seyn. Die Siedpunkte sind gleich, wie die specifische Atomen-Wärmen (die specifische Wärme multiplicirt mit den Atomgewichten); die Dichtigkeiten dd und dd_1, so wie die Atomgewichte, sind sehr nahe $= 3:1$, während die flüssigen Dichten sich wie $2:1$ verhalten, die Expansionen wie $2:3$; und dasselbe Verhältnifs scheint zwischen den respectiven Deviationen zu bestehen, denn die Deviation des Alkohols ist $= 0,454$, wovon $\frac{2}{3} = 0,30$ ist. Diese beiden Körper scheinen also zu einem selben Expansionssystem zu gehören.

67. Die Deviation 0,28 bis 0,30 scheint dem Phosphor eigen zu seyn, und er scheint in Betreff der Deviation activ zu seyn. Berücksichtigt man die Dichte seines Dampfs bei 0° C. und bei $0^m,76$, so findet man, dafs bei 290° C. (wohin man gewöhnlich seinen Siedpunkt verlegt) seine Dichte dd ist $= 13,99$ und dann ist

$$\frac{dd}{dev} = \frac{13,99}{0,30} = 46,6$$

sein Sied-Aequivalent.

68. Diese Hypothese wird noch durch einen anderen Körper bestätigt, durch den Aether $3(C_4H_{10}O)PO_5$, welcher bei 142°,5 (Vögeli) siedet. Seine Dichte dd ist also (die Condensation von 4 Vol. angenommen) $= 27,48$. Das Sied-Aequivalent ist

$$\frac{dd}{dev} = \frac{27,48}{0,29} = 94,7$$

und subtrahirt man von diesem Quotienten die Gröfse $(p+q+r) = 50$, so bleibt 44,7 für (eqP).

69. Der Vergleich der beiden Körper

$AsCl_3$ $e = 134$ (Pierre)

$AsBr_3$ $e_1 = 220$ (Otto-Graham, Lehrb.)

giebt

$$(eq\,As) = 73{,}42,$$

woraus

$$dev = dev_{\iota} = 0{,}24.$$

70. Der Vergleich der beiden Körper

$$\begin{array}{lll} Si\,Cl_3 & e = 59 & \text{(Pierre)} \\ Si\,Br_3 & e_1 = 153 & \text{(Pierre)} \end{array}$$

giebt

$$(eq\,Si) = 38{,}99,$$

woraus

$$dev = dev_{\iota} = 0{,}39.$$

Allein ich habe keine anderen Beispiele gefunden, um die für $(eq\,As)$ und $(eq\,Si)$ gefundenen Werthe zu verificiren.

71. Man hat beobachtet, dafs bei zwei Körpern $R\,Cl_n$ und $R\,Br_n$ der Siedpunkt im Allgemeinen um $30n$ verschieden ist und dafs die Bromverbindung den höheren Siedpunkt hat. Bei den sechs letzten Körpern der Tafel I. ist der Unterschied dieser beiden Temperaturen bedeutend geringer.

72. Allein es ist leicht zu beweisen, 1) dafs die beiden Siedpunkte gleich seyn können und 2) dafs der höhere Siedpunkt der Chlorverbindung angehören kann.

73. Sey des Körpers R Atomgewicht $= a$ und sein Sied-Aequivalent $= eq$, so hängt es von dem Verhältnifs $\frac{a}{eq}$ ab, welcher der beiden Siedpunkte der höhere seyn wird.

74. Denn zuvörderst hat man die beiden Formeln:

$$\text{Körper } R\,Cl_n \qquad dev = \frac{10(a + 443{,}75\,n)}{(m+e)(eq+14\,n)}; \qquad \text{Körper } R\,Br_n \qquad dev_{\iota} = \frac{10(a+1000\,n)}{(m+e_1)(eq+30\,n)}.$$

Gesetzt die Deviationen wären gleich oder $dev = dev_{\iota}$, so könnte man die zweiten Glieder dieser beiden Formeln combiniren; macht man dann in der resultirenden Formel $e = e_1$ und löst diese Formel nun in Bezug auf eq auf, so hat man:

$$eq = 0{,}0283\ \ldots\ a - 1{,}235\,n\ \ldots\ldots\ (24).$$

Ist eq gröfser, so hat der Körper $R\,Br_n$ den höheren

Siedpunkt von beiden, ist *eq* kleiner, so gilt diefs vom Körper $R Cl_n$.

75. Von den beiden Schwefelverbindungen $S Cl_n$ und $S Br_n$ hätte die Clorverbindung den höheren Siedpunkt, sobald die beiden Deviationen gleich wären und der Werth von $(eq S)$ identisch wäre in diesen beiden Körpern.

76. Leicht ist zu sehen, dafs der Werth von *n* nicht sehr auf den Unterschied der beiden Siedpunkte einwirkt. Denn berechnet man *e* und e_1 für die beiden fingirten Körper $C_4 H_{10} Cl_3$ und $C_4 H_{10} Br_3$, dabei die Deviation gemeinsam $= \frac{1}{2}$ gesetzt, so würden diese Körper bei 29°,4 und 50°,3 sieden, wovon der Unterschied 20°,9 ist.

Ich komme jetzt zu der Frage, ob zwei für elementar gehaltene Körper wirklich einfach seyen.

Aus meinen Betrachtungen geht hervor, dafs alle Körper eine besondere Eigenthümlichkeit haben, welche man *Sied-Aequivalent* nennen kann. Die Sied-Aequivalente sind eigentlich die Dichtigkeiten *dd* der Dämpfe dieser Körper, reducirt durch Rechnung auf eine gemeinsame Deviation. Diese Aequivalente stimmen für die Körper $p C + q H + r O$ mit den Zahlen $(p + q + r)$ überein. Es giebt also eine Identität zwischen den Sied-Aequivalenten und den Atommengen. Die Sied-Aequivalente anderer Elemente als *C, H* und *O* sind (soweit man sie wenigstens kennt) gröfser als die Einheit und zwar sämmtlich ganze Zahlen. Es scheint also, logisch zu sagen, dafs mehre der Elemente, wie Chlor, Brom und Jod, zusammengesetzte Körper sind, und dafs ihre Sied-Aequivalente identisch sind mit den Mengen der einfachen Atome, die in ihre Zusammensetzung eingehen.

Ich halte es nicht für unnütz hier zu bemerken, dafs die Bestimmung des Sied-Aequivalents eines Körpers zum Theil von seinem angenommenen Atomgewicht abhängt. So könnte der Kohlenstoff, obgleich sein Sied-Aequivalent $= 1$ gefunden ward, ein zusammengesetzter Körper seyn, wenn sein Atomgewicht, statt 75, gleich 150 wäre, denn alsdann würde sein Sied-Aequivalent $= 2$. Und der Stickstoff, obgleich sein Aequivalent auf 3 festgesetzt würde,

könnte ein einfacher Körper seyn, wenn sein Atomgewicht $= \frac{175}{3}$ wäre.

Indefs, räume ich ein, giebt das dreifache Aequivalent des Schwefels zu ernsten Einwürfen Anlafs. Es scheint, dafs die Anzahl der Atome, aus denen ein Körper zusammengesetzt ist, nothwendig eine bestimmte und unveränderliche seyn müsse, und dafs, wenn die Sied-Aequivalente nicht diese Unveränderlichkeit besitzen, sie nicht identisch seyn können mit der Atomen-Anzahl.

Man dürfte alsdann schliefsen, dafs, weil die Sied-Aequivalente für viele Körper identisch sind mit der Anzahl der diese Körper zusammensetzenden Atome, sie im Allgemeinen einige Auskunft und Andeutung über die mehr oder weniger reelle Einfachheit dieses oder jenes angenommenen Elements geben könnten; Andeutungen, die der Bestätigung durch andere Thatsachen bedürfen.

Die Ursache des dreifachen Werths vom Aequivalent des Schwefels ist nicht bekannt. Eine Erklärung ist also für jetzt unmöglich. Es ist eine Eigenthümlichkeit mehr zu den übrigen sonderbaren Eigenschaften des Schwefels, wie die grofse Dichte seines Dampfs bei 0° und $0^{m},76$, seine Fähigkeit in niederer Temperatur zu schmelzen, um darauf bei einer höheren den starren Zustand wieder anzunehmen.

Allein die Behauptung: »Die Anzahl der Atome eines Körpers müsse constant seyn, ist sie ein Axiom?« Das scheint mir zweifelhaft. Eine solche Behauptung wäre nichts als der Ausdruck einer Meinung über die Constitution der Elemente (genommen im ideellen Sinn von wahrhaft einfachen Körpern), worüber wir durchaus nichts wissen.

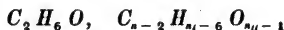
Angenommen für einen Augenblick, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff wären wahrhafte Elemente, einfache Körper, weifs man, ob nicht der Wasserstoff durch Aenderung seines Atomgewichts und seiner übrigen Eigenschaften sich in Kohlenstoff oder Sauerstoff umändern könnte. Könnte nicht der Schwefel bald aus 2, bald aus 3 oder 4 Körpern bestehen, deren Atomgewichte addirt immer 200 gäben?

Wir wissen, dafs ein Körper $C_n H_{n_\prime} O_{n_{\prime\prime}}$ bald seyn kann:



$$C_4 H_{10} O, \quad C_{n-4} H_{n_\prime - 10} O_{n_{\prime\prime} - 1}$$

bald



$$C_2 H_6 O, \quad C_{n-2} H_{n_\prime - 6} O_{n_{\prime\prime} - 1}$$

und könnte nicht etwas Analoges bei dem Schwefel stattfinden?

Wie mir scheint, hätte es Interesse, den Schwefel von einem Körper abzuscheiden, dessen $(eqS) = 2$ wäre, und zu sehen, ob man mit diesen selben Schwefel Körper bilden könnte, bei denen $(eqS) = 3$ oder 4 wäre.

Der Schwefel ist bis jetzt der einzige Körper, der die Erscheinung darbietet, dafs sein Sied-Aequivalent sich von einer Verbindung zur anderen ändert. Allein dieselbe Erscheinung könnte auch bei anderen Körpern vorkommen. Man könnte vielleicht Körper antreffen, bei welchen das Aequivalent des Aethyls C_4H_{10} respective 7, 14 oder 21 wäre. Fände man im Allgemeinen für das Sied-Aequivalent eines Körpers die Werthe b, $2b$, $3b$, nb, kurz n verschiedene Werthe, so ist klar, dafs blofs einer dieser Werthe mit der Atomen-Anzahl coïncidiren könnte. Die Sied-Aequivalente würden dann dieselbe Anzeige für die Atomenmengen liefern, wie die Dichtigkeiten der Dämpfe bei 0° und $0^m{,}76$ es für die Atomgewichte thun.

Die Natur gefällt sich manchmal darin, uns mehre Antworten auf *eine* Frage zu geben, unter welchen wir dann diejenige auszulesen haben, die auf den speciellen, uns gerade beschäftigenden Fall allein pafslich ist.

Rotterdam, 1 Aug. 1853.

Anhang.

Zu §. 13. Die Formeln (5) und (6) finden sich folgendermafsen. Aus

$$\frac{dd}{dd_1} = \frac{\dfrac{a}{m+e}}{\dfrac{a_1}{m+e_1}} \quad (1) \qquad \text{und} \qquad \frac{dd}{dd_1} = \frac{exp}{exp_1} \cdot \frac{p+q+r}{p_1+q_1+r_1} \quad \ldots (4)$$

ergiebt sich

$$\frac{exp}{exp_1} = \frac{a}{a_1} \cdot \frac{m + e_1}{m + e} \cdot \frac{p_1 + q_1 + r_1}{p + q + r} \; . \; . \; (25).$$

Substituirt man dann in der Formel

$$\frac{exp}{exp_1} = \frac{vol r_1}{vol r} \; . \; . \; (3)$$

die aus (2^b) gezogene Formel (dabei: $vol\, e = \frac{a}{d_e}$ und $vol\, e_1 = \frac{a}{d_{e1}}$ gesetzt)

$$\frac{vol r_1}{vol r} = \frac{\frac{a_1}{d_{e1}} \cdot \frac{m}{m + e_1}}{\frac{a}{d_e} \cdot \frac{m}{m + e}} \; . \; . \; (26),$$

so kommt

$$\frac{exp}{exp_1} = \frac{a_1}{a} \cdot \frac{d_e}{d_{e1}} \cdot \frac{m + e}{m + e_1} \; . \; . \; (27).$$

Multiplicirt man hierauf die Formel (25) und (27) mit ihren entsprechenden Gliedern, so kommt

$$\frac{d_e}{d_{e1}} = \frac{exp^2}{exp_1^2} \cdot \frac{p + q + r}{p_1 + q_1 + r_1} \; . \; . \; (5).$$

Die Formel (6) findet sich folgendermaſsen.

Man nimmt das Quadrat der beiden Glieder der Formel (25), was giebt:

$$\frac{exp^2}{exp_1^2} = \frac{a^2}{a_1^2} \cdot \frac{(m + e_1)^2}{(m + e)^2} \cdot \frac{(p_1 + q_1 + r_1)^2}{(p + q + r)^2} \; . \; . \; (28)$$

und substituirt die Formel (28) in der Formel (5), was giebt:

$$\frac{(m + e)^2 d_e (p + q + r)}{a^2} = \frac{(m + e_1)^2 d_{e1} (p_1 + q_1 + r_1)}{a_1^2} \; . \; . \; (6).$$

Diese Formel wird allgemein durch folgende ausgedrückt:

$$\frac{(m + e)^2 d_e \, . \, eq}{a^2} = \frac{(m + e_1)^2 d_{e1} \, . \, eq_1}{a_1^2} \; . \; . \; (11).$$

Ich bezeichne das zweite Glied durch L, dann hat man:

$$\frac{(m + e)^2 d_e \, . \, eq}{a^2} = L \; . \; . \; (29).$$

L ist nothwendig ein identischer Werth für alle Körper einer selben Gruppe, d. h. für alle Körper, welche zu gleichem Expansionssystem gehören.

Be-

Berechnet man L für verschiedene Gruppen und nennt diese Werthe $L_{,}$, $L_{,,}$, und $L_{,,,}$, u. s. w., so findet man zwischen denselben oft einfache Verhältnisse, vorausgesetzt jedoch, dafs alle die verschiedenen Gruppen zu einem selben Dilatationssystem gehören.

Ich habe L für die vier Weinäther der folgenden Tafel berechnet.

Tafel II.

Körper	Zusammensetzung. C	H	O	Atomgewicht.	Siedpunkt nach Kopp.	Flüssige Dichte beim Siedpunkte nach Kopp.	L
Gemeiner Aether	4	10	1	462,5	35	0,6968	4,63
Essigäther	4	8	2	550	74,3	0,8190	4,57
Ameisenäther	3	6	2	462,5	54,9	0,8735	4,83
Butteräther	6	12	2	725	114,8	0,7747	4,43

Ich habe die Formeln der drei letzten Aether so geschrieben, dafs sie eine Condensation von 4 Volumen bekommen, wie der gewöhnliche Aether. Die physischen Eigenschaften (wenigstens die meisten) zweier Körper lassen sich nur vergleichen, wenn man die Formeln so schreibt, dafs die Condensationen gleich werden.

Es folgt aus der Formel

$$\frac{(m+e)^2 d_e \, . \, eq}{a^2} = L \quad . \quad . \quad (29),$$

dafs, wenn für eine Gruppe, zu der ein Körper R gehört, der Werth von L bekannt ist, man eine der vier Eigenschaften e, a, d_e und eq berechnen kann, sobald man die drei anderen kennt.

Es giebt nur wenig Körper, für welche man die flüssige Dichte bei e kennt; allein es giebt eine grofse Anzahl, deren flüssige Dichte bei einer Temperatur t mit mehr oder weniger grofsen Genauigkeit bekannt ist.

Man kann die Dilatationsformel, welche ich in einem

vorhergehenden Artikel aufgestellt habe, verknüpfen mit der Formel (29), auf folgende Weise:

Es sey

$$d_e = d_t \cdot \frac{n(m+e)}{nm+(n+1)e-t} \quad . \; . \; (30).$$

Substituirt man (30) in (29), und trennt in dem ersten Gliede successive eq und $(m+e)^3$ von einander, so hat man

$$eq = \frac{[nm+(n+1)e-t]a^2L}{n(m+e)^3 d_t} \quad . \; . \; (31)$$

und

$$(m+e)^3 = [nm+(n+1)e-t] \frac{a^2L}{nd_t eq} \quad . \; . \; (32).$$

Seyen in der letzteren Formel

$$(m+e) = y \quad . \; . \; (33)$$

$$-\frac{(n+1)a^2L}{nd_t eq} = \alpha \quad . \; . \; (34); \quad \frac{(m+t)a^2L}{nd_t eq} = \beta \quad . \; . \; (35),$$

so erhält man:

$$y^3 + \alpha y + \beta = 0 \quad . \; . \; (36),$$

in welcher Gleichung alle Wurzeln reell sind; und aus (33) hat man

$$e = y - m.$$

Löst man die Gleichung (36) durch die trigonometrischen Formeln auf, so mufs man von den drei Wurzeln diejenige auswählen, welche $60^\circ - \frac{1}{3}p$ entspricht.

Für die drei Wein- und Amyläther $pC+qH+rO$, welche alle zu gleichem Expansionssystem gehören, ist $n=2$.

Für einige dieser Aether habe ich, mittelst der Formeln (31) und (36), die Werthe von eq und e berechnet. Die Resultate dieser Rechnung finden sich in folgender Tafel.

Tabelle III.

No.	Aether.	Zusammensetzung			Atomzahlen oder Siedaequivalente.		Atomgewicht.	Flüssige Dichtigkeit bei t^0.	t^0.	Berechnete Siedpunkte.	Beobachtete Siedpunkte.
		C	H	O	Wirkliche	Berechnete					
1	Essigäther	4	8	2	14	13,89	550	0,906 MM	17,5	74,4	74,3 P
2	Ameisenäther	3	6	2	11	10,79	462,5	0,9357 P	0	49,0	52,9 P
3	Butteräther	6	12	2	20	20,20	725	0,9041 K	0	121,4	119,0 P
4	Oxaläther	6	10	4	20	20,34	912,5	1,093	7	184,4	182
5	Kohlens. Aether	5	10	3	18	18,46	737,5	0,975 Du	19	131,6	125,5 Du
6	Aconit-Aether	8	12	4	24	23,70	1075	1,074 L	14	229,4	233 L
7	Itaconäther	9	14	4	27	28,93	1162,5	1,050 L	15	246,9	227 L
8	Capronäther	8	16	2	26	26,22	900	0,882 Fe	18	164,2	162 Fe
9	Capryläther	10	20	3	33	33,94	1175	0,8738 Fe	15	248,1	240 Fe
10	Oenanthäther	11	22	2	35	35,19	1162,5	0,8725 De	15	225,5	224 De
11	Amyl	10	22	—	32	30,23	887,5	0,7704 Fr	11	144,7	155 Fr
12	Amyläther	10	22	1	33	33,56	987,5	0,779 Ri	15	183,4	179 Ri
13	Amylessigäther	7	14	2	23	23,39	812,5	0,8758 Vr	15	146,2	142 Vr
					316	318,8					

In dieser Tafel habe ich $L = 4{,}636$ (Log $= 0{,}66614$) genommen, welcher Werth für den Aether $O_4 H_{10} O$ (siehe Taf. II) hervorgeht, einen Körper, dessen Eigenschaften am besten bekannt sind.

Die Buchstabtn bedeuten: De: Delffs; Du: Dumas; Fe: Fehling; Fr: Frankland; K: Kopp; MM: Mohr und Mason; LR: Löwig's Repertorium 1840; P: Pierre; R: Rieckher; Vr: de Vry.

Es scheint mir, dafs die Resultate dieser und der übrigen Tafeln gegenwärtiger Abhandlung alle Theile der Theorie mit Evidenz beweisen und dafs man die Abweichungen der berechneten Resultate von den beobachteten theils Beobachtungsfehlern, theils der Dilatationsformel (30) zuschreiben kann, welche letztere, ungeachtet sie die Resultate der Erfahrung ziemlich gut vorstéllt, doch nur (wenigstens bis jetzt) als eine empirische Formel betrachtet werden kann.

Zu §§. 15 und 18. Ich habe für die Weinäther ($pC + qH + rO + sS$) die folgende Tafel berechnet:

Tafel IV.

Zusammen-setzung.	Atomgewicht	Siedaequivalente	Siedpunkte Berechnet	Siedpunkte Beobachtet	Beobachtete flüssige Dichte bei t^0	t^0	Reducirtes Volum, berechnet nach der beobachteten Dichte u. nach dem berechneten Siedepunkte.
Erste Gruppe $(EqS) = 2$.							
$C_4 H_{10} S$	562,5	16	78,5	73 R 91 P	0,8367 P	0°	580,4
$C_4 H_{10} S_2$	762,5	18	150,6	151 R			
$C_4 H_{10} S . CS_2$	1037,5	21	221,0	237 D			
$C_4 H_{10} S . CO_2$	837,5	19	167,7	162 D	1,032 D	1°	598,0
$C_4 H_{10} O . SO_3$	962,5	20	208,2		1,12 VV	11?	588,0
$C_4 H_{10} O . CS_2$	937,5	20	195,7	200 D	1,07 D	1?	616,3
Zweite Gruppe $(EqS) = 3$.							
$C_4 H_{10} O . SO_2$	862,5	20	158,2	160,3	1,106 P	0°	584,6
$C_4 H_{10} S . CS_2$	1037,5	24	159,3	161 L u. S			
Dritte Gruppe $(EqS) = 4$.							
$C_4 H_{10} S . SO_2$	962,5	24	128,0	130 R	1,24 R	15?	602,9

Die Buchstaben bedeuten: D: Debus; LS: Löwig und Schweitzer; P: Pierre; R: Regnault's Angabe; W: Wetherell.

Da sämmtliche Körper dieser Tafel dieselbe Deviation (= 1) und dieselbe Expansion, die des Aethers $C_4H_{10}O$, besitzen, so habe ich den Siedpunkt berechnet nach der Formel:

$$dd = \frac{10a}{m+e} \qquad (12)$$

und darin substituirt:

$$dd = eq \qquad (13)$$

woraus

$$e = -m + \frac{10a}{\quad} \qquad (36^b)$$

Für den Körper $C_4H_{10}S_1.CS_2$ haben Löwig und Schweitzer gefunden $e = 161$ und Debus = 237, was einen Unterschied von 76 Graden macht. Da es schwer hält, hiernach an die Identität der beiden Körper zu glauben, so glaube ich sie als isomer betrachten zu dürfen. In dem einen würde dann $(eqS) = 2$ und in dem andern $(eqS) = 3$).

Der Siedpunkt des Aethers $C_4H_{10}O_1.SO_3$ ist nicht beobachtet; man sehe die Bemerkung über diesen Körper nach Tafel V.

Der Aether $C_4H_{10}S.SO_2$ ist bisher der einzige (mir) bekannte Körper, in welchen $(eqS) = 4$; allein da die Expansion gleich der des Aethers $C_4H_{10}O$ ist, so mufs die Deviation es ebenfalls seyn.

Der Aether $C_4H_{10}O.H_2S$ hat nicht die Eigenschaften eines Weinäthers; allein seine Eigenschaften scheinen identisch zu seyn mit denen seines Isomeren C_2H_6S. Multiplicirt man das reducirte Volum eines Methyläthers mit der Deviation (siehe die Formeln des §. 45), so ist das Product etwas geringer als das, welches ein Weinäther giebt.

Es giebt Gruppen von Körpern (unter andern die des §. 15), in welchen alle Glieder dieselbe Deviation und die-

selbe Expansion haben. Für diese Körper ist es zur Berechnung ihres Siedpunkts nicht nöthig zu wissen, welche Deviation oder welches Siedaequivalent sie besitzen. Es reicht hin, die Expansion, das Atomgewicht, die flüssige Dichte bei t und das Dilatationssystem zu kennen.

Denn weil alle dasselbe reducirte Volum besitzen, hat man:

$$vol_e = vol_r \cdot \frac{m+e}{e} \quad (37); \qquad vol_e = \frac{a}{d_e} \quad (38)$$

$$d_e = d_t \frac{n(m+e)}{mn+(n+1)e-t} \quad 30)$$

Combinirt man diese drei Formeln so, dafs vol$_e$ und d_e verschwinden, und setzt:

$$\frac{ma}{nd\ vol_r} = M \quad (39)$$

so erhält man:

$$e = -m + \frac{n+1}{2} M \pm \sqrt{\left(\frac{n+1}{2} M\right)^2 - (m+t) M} \quad (40)$$

Nach dieser Formel habe ich für einige Körper die folgende Tafel berechnet:

Tafel V.

Zusammensetzung	Atomgewicht	Beobachtete flüssige Dichte bei t^0	Beobachter	t^0	n	Beobachtetes reducirtes Volum	Siedpunkt Berechnet	Siedpunkt Beobachtet.
$P\,Cl_3$	1725	1,616	P	0°	$\frac{7}{3}$	914	75,3	78,3 P
$P\,Cl_3\,O_2$	1925	1,673	C	14	»	»	106,5	110 C
$C_4\,H_{10}\,Br$	1362,5	1,473	P	0°	»	855	37,9	40,7 P
$C_4\,H_{10}\,J$	1951,3	1,975	»	»	»	»	70,0	70,0 P
$C_4\,H_{10}\,O\,.\,SO_2$	862,5	1,106	»	»	2	588	155,8	160,3 P
$C_4\,H_{10}\,O\,.\,SO_3$	962,5	1,12	W	11?	»	»	207,5	nicht beobachtet.
$C_4\,H_{10}\,O_3$ (Xanthyl)	662,5	0,8928	C	14?	»	»	116,7	

Die Buchstaben bedeuten: C: Cahours; P: Pierre; W: Wetherell.

In dieser Tafel giebt es zwei Körper, das Xanthyl $C_4\,H_{10}O_3$ und den Aether $C_4H_{10}O.SO_3$ (der letztere fin-

det sich auch in der Tafel IV), deren Siedpunkte man noch nicht beobachtet hat. Man kennt von ihren physischen Eigenschaften nur ihre flüssigen Dichtigkeiten bei *gewöhnlicher Temperatur;* es ist also nicht einmal t^0 bekannt. Und dennoch, wenn man t^0 respective 11° und 14° setzt (was sehr wahrscheinlich ist), findet man durch die Formel (40) ihre Siedpunkte = 116°,7 und 207°,5. Und diese Siedpunkte werden bestätigt durch die Formel

$$e = -m + \frac{10a}{eq} \qquad (36^b)$$

welche auf anderen Elementen beruht; (eqS) ist = 2 gesetzt.

Der für den Aether $C_4H_{10}O.SO_3$ berechnete Siedpunkt ist übrigens sehr wahrscheinlich, wenn man sich erinnert, dafs der des analogen Methyläthers $C_2H_6O.SO_3$ gleich 188 ist. Setzt man in der Formel (36^b) für den oben genannten Weinäther $(eqS) = 3$ oder 4, so findet man e kleiner als 188.

Es leidet also fast keinen Zweifel, dafs nicht die beiden berechneten Siedpunkte in der That die richtigen seyen.

Zu §. 32. Es giebt einen kleinen Unterschied zwischen der Dichtigkeit dd von $\frac{1}{3}$ des Wasserdampfes und der von $\frac{1}{15}$ des Dampfes des Aethers $C_4H_{10}O$. Seyen die Atomgewichte 112,5 und 462,5 und die Siedpunkte e und e_1 so giebt die Formel

$$\frac{462{,}5}{m+e_1} : \frac{112{,}5}{m+e} = 15 : 3 \qquad (41)$$

für $e = 100$ den Werth $e_1 = 33{,}6$ und für $e_1 = 35{,}5$ den Werth $e = 102{,}2$. Der Werth von m, welcher $e = 100$ und $e_1 = 35{,}5$ genügte, wäre = 267.

Die folgende Tafel enthält die Eigenschaften einiger Amyläther, für welche die Deviation = $\frac{2}{3}$ ist.

Tafel VI.

$$dev = \tfrac{2}{3}; \quad vol_r = \frac{588}{dev} = 882; \quad (eq\,S) = 2; \quad n = 2.$$

Körper	Atomgewicht	Siedaequivalent	Beobachtete flüssige Dichte bei t^0.	t^0	Siedepunkt Berechnet	Siedepunkt Beobachtet	Reducirtes Volum, berechnet nach den beobachteten flüssigen Dichten u. berechneten Siedepunkten.
$C_{10}\,H_{22}$	887,5	32	0,7704 F	11	142,9	155 F	876,0
$C_{10}\,H_{22}\,O$	987,5	33	0,779 R	15?	175,8	175—183 R	908,9
$C_{10}\,H_{22}\,S$	1087,5	34			206,8	210 R	
$C_{10}\,H_{22}\,S_2$	1287,5	36	0,918 R	18	258,1	240—260 R	883,7

Die Buchstaben bedeuten: F: Frankland; R: Rieckher.
Die Siedpunkte sind berechnet nach der Formel:

$$e = -m + \frac{10\,a}{eq.dev} \qquad (16)$$

unter Annahme von $(eq\,S) = 2$ und $dev = \frac{2}{3}$.

Die reducirten Volume sind berechnet nach der Formel:

$$vol_r = \frac{a}{d_t} \cdot \frac{2m + 3e - t}{2m + 2e} \cdot \frac{m}{m + e} \qquad (42)$$

Bevor ich das Verhältnifs zwischen der Deviation und Expansion bei Körpern gleicher Gruppe erkannt hatte, glaubte ich die Siedaequivalente auf folgende Weise bestimmen zu können.

Ich wählte einige Körper $p\text{C} + q\text{H} + r\text{O} + s\text{R}$ und indem ich das unbekannte Siedaequivalent von $\text{R} = (eq\,R)$ machte, suchte ich, ob die Formel

$$eq\,R = \frac{dd - (p+q+r)}{s} \qquad (43)$$

für einige dieser Körper denselben Werth für $(eq\,R)$ gäbe; wenn diefs der Fall war, folgerte ich, es sey wahrscheinlich: 1, dafs diese Körper dieselbe Deviation $= 1$ oder $\frac{1}{2}$ hätten 2, dafs der gefundene Werth von $(eq\,R)$ wirklich mit dem Siedaequivalent von R übereinkäme.

In der That mufste diese Wahrscheinlichkeit rasch wachsen, in dem Maafse, als die Zahl der Körper, deren Dichtigkeiten *dd* durch diese Hypothese erklärt werden konnten, gröfser wurde.

So hatte ich zu Anfange meiner Betrachtungen $(eq\,Br) = 30$ gefunden, eine Zahl, welche ich noch heute für richtig halte.

Dagegen scheint mir das Aequivalent des Stickstoffs, welches ich glaubte = 14 gefunden zu haben, gegenwärtig sehr unwahrscheinlich. Diese Zahl stützte sich auf die Uebereinstimmung bei dem Vergleich der vier in folgender Tafel enthaltenen Körpern.

Tafel VII.

Einheit der Dampfdichten $\frac{1}{3}$ der Wasserdampfdichte.

Körper	Zusammensetzung				Sied-aequivalent	Berechneter Siedepunkt	Beobachteter Siedepunkt
	C	H	O	N			
Stickstoffoxyd			1	1	15	− 90,9	− 87 Regnault
Salpetersäure		2	6	1	22	+ 83,0	+ 86
Salpeters. Methyl	2	6	6	1	28	+ 68,9	+ 66
Salpeteräther	4	10	4	1	32	+ 18,3	+ 21

Diese Uebereinstimmung scheint indefs ganz zufällig zu seyn, denn ich habe niemals dieser Reihe einen fünften Körper hinzufügen können.

Gegenwärtig da Betrachtungen anderer Art mich dahin geführt haben anzunehmen

$$(eq\,Cl) = 14 \text{ und } (eq\,N) = 3$$

müssen Körper, deren Dichtigkeiten *dd* durch Annahme dieser selben Zahlen und durch Voraussetzung einer gleichen Deviation erklärt werden können, die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dafs diese Zahlen in der That richtig sind.

Deshalb habe ich die folgende Tafel berechnet, worin vier Körper, deren Deviationen $= \frac{1}{2}$ gesetzt sind.

Tafel VIII.

Einheit der Dampfdichten $\frac{1}{13}$ der Aetherdampfdichte.

Körper	Zusammensetzung	Atom-gewicht	Sied-aequi-valent	Siedepunkt Berech-net	Beobach-tet.
Chlorkohlenstoff	$C_4 Cl_4$	2075	60	72,8	71—77 F
Chloral	$C_4 H_2 O_2 Cl_3$	1843,7	50	95,9	94 R
Ammoniak	$N H_6$	212,5	9	— 37	— 40
Nitrobenzoësaures Methyloxyd	$C_2 H_6 O.$ $C_{14} H_8 (NO_4) O_3$	2262,5	41	278,8	279

Die Buchstaben bedeuten: F: Faraday; R: Regnault's Angabe.

Für den ersten dieser Körper hat Regnault, und nach ihm Pierre gefunden $e = 123$. Der von Faraday beobachtete Körper scheint also isomer zu seyn mit dem von Regnault und Pierre.

Was das Chloral betrifft, so bemerke ich, dafs wenn die Deviation des Bromals $= \frac{1}{2}$ ist, dieser letztere Körper bei 85° sieden müfste. In den Lehrbüchern der Chemie wird gesagt, dafs er oberhalb der Siedtemperatur des Wassers koche; allein das ist eine sehr unbestimmte Angabe.

Das Wasser $H_2 O$ und das Ammoniak $H_6 N$ sind zwei Wasserstoffverbindungen, welche (so geschrieben dafs ihre Condensationen gleich werden) eine gleiche Deviation haben, welche wahrscheinlich vom Wasserstoff herrührt. Ist die Deviation für $H_2 = \frac{1}{2}$, so würde dieser Körper bei — 211° C. sieden.

Was den letzten obiger vier Körper betrifft, so bemerke ich, dafs zwei andere Körper, welche eine gewisse Analogie mit ihm haben, dieselbe Deviation besitzen. Diese sind die Benzoësäure $C_{14} H_{10} O_3 . H_2 O$ und das benzoësaure Methyloxyd $C_2 H_6 O . C_{14} H_{10} O_3$. (Diese Ann. Ergänzbd. III. S. 612). Der in Betreff der Deviation active Körper scheint der Körper $C_{14} H_{10} O_3$ zu seyn, welcher, während er sich so modificirt, dafs er ein Aequivalent H_2 für NO_4 austauscht, seine eigene Deviation behält.

IV. *Ueber einige Thatsachen in Betreff des elektrischen Stroms und des elektrischen Lichts;* *von Hrn.* Quet.

(*Compt. rend. T. XXXV, p.* 949.)

Wenn man den unter dem Namen des *elektrischen Eies* bekannten Recipienten mittelst einer guten Luftpumpe möglichst luftleer macht und darauf die beiden Stifte des Recipienten in Verbindung setzt mit den beiden Drähten der von Hrn. Ruhmkorff construirten Inductionsmaschine (*machine éléctrique*) [1]), so sieht man in dem Vacuum zwei, an Farbe, Gestalt und Lage verschiedene Lichter entstehen. Das eine derselben ist violett und umhüllt den negativen Stift und Knopf regelmäfsig; das andere dagegen ist feuerroth, haftet an dem positiven Knopf, erstreckt sich von dort gegen den negativen Knopf hin und ist seitlich durch eine zur Axe des Recipienten symmetrische Umdrehungsfläche begränzt. Diese neue Art des Auftretens eines elektrischen Doppellichtes ist zuerst von Hrn. Ruhmkorff beobachtet.

Beim Studium dieses Doppellichtes ist es mir geglückt zu ermitteln, dafs es geschichtet ist oder aus einer Reihe heller Schichten besteht, die durch dunkle von einander getrennt sind.

Um dieses Schichtungsphänomen recht zu entfalten, bediene ich mich des Vacuums, welches in einem elektrischen Ei oder Rohr gemacht ist über Dämpfen von Holzgeist, Terpenthinöl, Naphtha, Alkohol, Schwefelkohlenstoff,

1) Die Ruhmkorff'sche Maschine besteht im Wesentlichen aus zwei grofsen Drahtrollen, einer mit kürzerem dickem Draht, welche einen Eisencylinder einschliefst, und einer mit sehr langem dünnem Draht, welche die erstere umgiebt. Der dicke Draht leitet den durch einen Neef'schen Hammer fortwährend rasch unterbrochenen Strom einer galvanischen Batterie und der dünne den dadurch erregten Inductionsstrom. Die Enden des letzteren sind mit den Stäbchen verbunden, die in die evacuirte Glaskugel hineinreichen. *P.*

Zinnchlorid u. s. w., oder über einem Gemenge dieser Dämpfe mit Luft, oder auch über Fluorsilicium. In ein solches Vacuum lasse ich den Inductionsstrom der Ruhmkorff'schen Maschine treten und erhalte dann eine Menge abwechselnd heller und dunkler Schichten, die zwischen den beiden Polen des Recipienten eine elektrische Lichtsäule bilden.

Das dem positiven Pol angehörige Licht ist roth, und die dem negativen Pole nächsten Schichten desselben sind in Lage und Gestalt beinahe fest, so daſs sich leicht ermitteln läſst, daſs der Uebergang von einer zur anderen discontinuirlich ist. Die äuſserste Schicht berührt das Licht des negativen Poles nicht, sondern ist getrennt von ihm durch eine dunkle Schicht, die man, je nach der Natur und Vollkommenheit des Vacuums, mehr oder weniger dick machen kann. Allein auſser den drei oder vier fast unbeweglichen hellen Schichten enthält das Licht des positiven Pols eine Menge anderer Schichten, deren Discontinuität mehr oder weniger versteckt ist durch verschiedene optische Täuschungen, die ich durch folgendes Verfahren fortgeschafft habe.

Das elektrische Licht bei diesen Versuchen hat keine stetige Dauer, sondern besteht aus einer Reihe rasch auf einander folgender Entladungen. Die Maschine, welche es liefert, enthält einen magnetischen Hammer, welcher abwechselnd auf einen Ambos von Platin fällt und sich von ihm abhebt, und bei jeder dieser Abhebungen entsteht in dem Vacuum das elektrische Licht. Statt dem Hammer das abwechselnde und sehr rasche Spiel zu lassen, welches die Einrichtung der Maschine ihm ertheilt, kann man ihn mit der Hand bewegen, und wenn man ihn solchergestalt ein einziges Mal abhebt, erhält man im Vacuum eine Lichtentwicklung, die nur einen Augenblick dauert. Hiebei hören alle optischen Täuschungen auf; man hat weder wellenartige und fortschreitende noch wirbelnde Bewegungen, welche das wahre Phänomen verstecken können, sondern sieht die ganze Säule von abwechselnd hellen und dunklen

Schichten in sehr scharfer Gestalt zum Vorschein kommen. Da man diese Handhabung nach Belieben wiederholen kann, so ist es leicht das Phänomen im Detail zu studiren.

Das Erlöschen des einen dieser Lichter ist von einer Glanzverstärkung des anderen begleitet; die Farbenveränderungen, welche man einzeln dem einen oder dem anderen erleiden lassen kann, bestätigen die Ansicht, dafs diese beiden Lichter mit Polarität begabt sind.

Nicht blofs das Licht des positiven Pols, sondern auch das des negativen ist geschichtet. Aufser einem verwaschenen Schimmer, in welchem sich gewöhnlich das Licht des negativen Pols verläuft und welcher sich bis mehr als anderthalb Centimeter von dem Knopf und dem Stift erstrecken kann, erkennt man in diesem Lichte zwei helle Schichten, die durch eine dunkle getrennt sind. In gewissen Vacuis sind diese Schichten von hellen und dunklen Ringen umgeben.

Das Phänomen eines geschichteten Doppellichtes bietet, nach der Natur des Vacuums, sehr mannigfaltige Umstände dar. Gewöhnlich ist das Licht des positiven Pols roth und das des anderen violett; allein diese Farben sind, wie ich gefunden habe, nicht nothwendig. In dem Vacuum über Fluorsilicium erhält man am negativen Pol ein gelbes Licht; und in evacuirten Glasröhren, die zuvor mit Terpenthinöldämpfen gefüllt waren, erhielt ich am positiven Pol lange Säulen von schön weifsem und phosphorescirendem Licht, dessen Schichten beinahe eben und ungleich dick waren [1]).

1) Nachdem ich das Phänomen der Schichtung experimentell constatirt hatte, machte ich Hrn. Ruhmkorff mit meiner Entdeckung bekannt und bat ihn die Anfertigung meiner Inductionsmaschine zu vollenden, um die Erscheinung in allen möglichen Vacuis untersuchen zu können. Ohne zu wissen, wie ich die optischen Täuschungen entfernte und durch welche Versuche ich die verschiedenen Vacua studirte, hatte Hr. Ruhmkorff selbst, auf diese Andeutungen hin, indem er die für mich bestimmte Maschine an einem Vacuum über ein Gemenge von Luft und Alkoholdämpfen probirte, eins der Vacua gefunden, welche das Phänomen der Schichtung leicht zeigen, obwohl die optischen Täuschungen nicht entfernt waren.

Die Beschaffenheit des eben beschriebenen elektrischen Lichtes scheint anzudeuten, dafs die im Vacuo hergestellte elektrische Bewegung sich abwechselnd in entgegengesetzten Zuständen befindet, dergestalt, dafs sie die sehr verdünnte Gasschicht, welche sie durchdringt, je nach den Umständen, entweder leuchtend macht oder dunkel läfst. Der elektrische Strom scheint also mit einem merkwürdigen Periodicitätscharakter begabt zu seyn.

Da die beiden geschichteten Lichter in den meisten der Vacua durch eine dunkle Schicht getrennt sind, so glaubte ich, dafs es durch gegenseitige Annäherung der beiden Knöpfe gelingen werde, eins der beiden Lichter auszulöschen. Der Versuch bestätigte diese Vermuthung, als das Vacuum in Luft gemacht wurde. Das rothe Licht verschwand, während das violette sich verstärkte. In dem Vacuo über Fluorsilicium verschwand das Licht des positiven Pols, während das gelbe Licht des negativen Pols und die dasselbe umgebenden purpurfarbenen Ringe stärker erglänzten; allein bei gröfserer Annäherung der Knöpfe ward das negative Licht schwächer und die purpurfarbenen Ringe entwickelten sich ringsum den positiven Knopf.

Indem ich nachspürte, was wohl die Ursache dieser Glanzveränderungen seyn möge, wurde ich veranlafst, Versuche über die elektrische Leitungsfähigkeit der Vacua anzustellen. In einen der Leiter, welche die Elektricität zum Recipienten führten, schaltete ich ein zweckmäfsiges Galvanometer ein. So lange das Vacuum nicht hinreichend vollkommen war, zeigte das Galvanometer nichts an, so dafs also unter diesen Umständen das verdünnte Gas die Elektricität der Maschine vollkommen isolirte. Hat das Vacuum den Grad erreicht, dafs die successiven Entladungen das Auftreten eines continuirlichen Lichtes veranlassen, so weicht die Galvanometernadel ab und zeigt somit das Daseyn eines elektrischen Stromes an. Die Ablenkung nimmt in dem Maafse zu als das Gas mehr verdünnt wird. Wenn auf dem negativen Knopfe und der ganzen Länge seines Stieles das violette Licht wohl entwickelt ist, was ein sehr

gutes Vacuum voraussetzt, und man nähert die beiden Knöpfe des Behälters einander, so sieht man die Galvanometernadel abweichen, desto stärker, je gröfser die Annäherung ist. Daraus folgt, dafs die verschiedenen Vacua, die man mit Gasen erhält, Leiter der elektrischen Ströme sind, und dafs sie, je nach ihrer Natur, dem Grade ihrer Vollkommenheit, und nach ihrer Länge, einen mehr oder weniger bedeutenden Widerstand darbieten. Es wird leicht seyn, den Effect der Temperatur auf die Elektricitätsleitung der gehörig verdünnten Gase durch dieses Verfahren zu untersuchen.

Beim Studium der Erscheinungen des elektrischen Lichts unter den angezeigten Umständen, gewahrt man durch die Veränderungen, welche sich einstellen, und auch durch die Ablagerungen, welche sich auf den Knöpfen und deren Stielen bilden, dafs die sehr verdünnten Gase eigenthümliche Modificationen durch die Elektricität erleiden. Diese Art der Elektrochemie der Vacua schien mir meinerseits ein specielles Studium zu verdienen [1]).

V. *Ueber die durch Reibung zweier Metallplatten erzeugten elektrischen Ströme.*

Veranlafst durch die Bemerkung von Becquerel, dafs blofse Schläge, auf zwei einander berührende Metalle gethan, keinen Thermostrom entwickeln (*Traité de phys.* 1842 *T. I, p.* 474), hat Hr. J. M. Gaugain (der übrigens diese Erscheinung wohl richtig dadurch erklärt, dafs beim Schlagen die Berührungsflächen nicht so erwärmt werden wie beim Reiben) die Frage zu lösen gesucht, ob die Reibung an sich eine elektromotorische Kraft erregen könne.

1) Aehnliche Erscheinungen, wie die von Hrn. Quet beschriebenen, sind übrigens schon von Faraday bei der Reibungs-Elektricität beobachtet (*Ann. XLVIII,* S. 430). *P.*

Zu dem Ende bestimmt er mittelst eines Galvanometers *A* die Intensität des Stroms, der durch Reibung einer Eisenplatte (einer ovalen von 35 Millm. Länge, 20 Millm. Breite und $\frac{1}{111}$ Millm. Dicke) auf einer Kupferscheibe (von 10 Millm. Durchmesser und 0,25 Millm. Dicke) hervorgebracht wird, und zugleich durch eine kleine aus einem Eisen- und einem Kupferdraht gebildete Thermokette, die in die Kupferscheibe eingelassen und mit einem Galvanometer *B* verbunden ist, die bei der Reibung erfolgende Temperatur-Erhöhung. Darauf legt er das System der beiden Platten ruhig auf die Mündung eines mit warmen Wasser gefüllten Gefäſses und erwärmt dasselbe so lange bis die Nadel des Galvanometers *B* dieselbe Lage annimmt, welche sie bei dem Reiben besaſs, und schreibt nun die entsprechende Ablenkung i' des Galvanometers *A* auf.

Angenommen, daſs die kleine Thermokette die Temperatur der aneinander geriebenen Metallflächen anzeige (was nach Hrn. G. der Fall ist, wenn man mit gleichförmiger Bewegung reibt, und die Ablenkungen beider Galvanometer nicht eher beobachtet als bis sie beinahe stationär geworden sind), wird i' die Intensität des bloſs durch Erwärmung der Flächen entstandenen Stoms vorstellen, $i-i'$ dagegen, die des bloſs durch Reibung erzeugten.

Nun findet Hr. G., daſs $i-i'$ sich bald positiv, bald negativ erweist, niemals 2 bis 3 Grad übersteigt und im Mittel so gut wie Null ist. Daraus schlieſst er dann, wohl mit Recht, daſs die gegenseitige Reibung zweier Metalle allein keinen elektrischen Strom erzeugen könne (*Compt. rend. T. XXXVI. p.* 541) [1]).

1) Der verstorbene P. Erman glaubte bekanntlich den entgegengesetzten Schluſs ziehen zu dürfen (*Report of the British Association etc.* 1845, *p.* 102).

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Grünstr. 18.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.
Bd. IV. ERGÄNZUNG. St. 4.

I. *Nachrichten über den von der Königlich Preufsischen Artillerie bis jetzt zur Ausführung gebrachten Versuch zur Messung der Kraft, mit welcher die Pulverladung eines Geschützrohrs in jedem beliebigen Augenblicke ihrer darin stattfindenden Wirksamkeit dasselbe angreift*[1].

(Bearbeitet mit Benutzung der Acten der Königlichen Artillerie-Prüfungs-Commission von Neumann, Hauptmann der Artillerie und Mitglied der genannten Commission.)

Unter den vielen Versuchen, welche seit einer Reihe von Jahren die Thätigkeit der Königlichen Artillerie-Prüfungs-Commission in Anspruch genommen haben, war auch der vorstehend genannte. Seiner Natur nach befand sich derselbe bisher stets mehr auf dem Boden wissenschaftlicher Forschungen als auf dem der wirklichen Ausübung, und ihm konnte daher von Seiten der vorgesetzten Behörde meistentheils nur eine beiläufige Berücksichtigung zu Theil werden. Doch wurde seine Wichtigkeit keineswegs verkannt. Die Bestimmung der Gesetze, nach denen die Entwickeluug der Pulverkraft innerhalb eines Geschützrohrs vor sich geht und die sich hieran knüpfende Beantwortung sehr zahlreicher Fragen, welche für unser gesammtes Geschützwesen von aufserordentlicher Wichtigkeit erscheinen und ohne die Erforschung der eben erwähnten Gesetze und der Umstände, von denen sich diese abhängig zeigen, ungelöst geblieben sind und bleiben werden, gaben zur

1) Man vergleiche hiermit die Aufsätze im 24. Bande Seite 97 und im 29. Bande Seite 232 des Archivs für die Officiere der Königl. Preufsischen Artillerie- und Ingenieur-Corps.

Entstehung des gedachten Versuchs die nächste Veranlassung. Wie weit derselbe bis jetzt gediehen ist, soll nachfolgend dargelegt werden, jedoch wegen des grofsen Umfanges des vorgegebenen Stoffes nur in möglichst abgekürzter Weise.

Man benutzte dazu ein 6pfünder Feld-Kanonrohr, welches zwar bereits 1000 Schüsse mit verlängerten Kartuschen ausgehalten hatte, in seiner Seele aber noch so gut erhalten war, dafs deren Durchmesser gegen den vorschriftsmäfsigen nur um 0,01 bis 0,02 Zoll vergröfsert erschien. Auch war dasselbe hinsichtlich seines Zündlochs der Fall. An der Seite dieses Rohrs 3 Zoll vom Boden der Seele entfernt, also da, wo sich der Mittelpunkt der Pulverladung befindet, wenn dieselbe 2 Pfund beträgt und in einer gewöhnlichen Kartusche eingeschlossen ist, ward dasselbe mit einem Stollen von Gufsstahl versehen, welcher innerhalb der Seele um etwa 0,01 Zoll in dieselbe vorstand und aufserhalb die Oberfläche des Rohrs mit einem 1,54 Zoll hohen vierkantigen Kopfe überragte. In der Richtung seiner Axe, welche parallel der Schildzapfenaxe auf die Axe der Seele zulief, war dieser Stollen mit einem genau cylindrischen Kanale durchbohrt, dessen Durchmesser 0,2950 Zoll und dessen Länge 4,2375 Zoll betrug.

Die Geschosse, welche aus diesem Kanale durch den in die Seele des Geschützrohrs vorschriftsmäfsig geladenen Schufs getrieben werden sollten, waren ebenfalls genau cylindrisch. Sie erhielten durchweg einen Durchmesser von 0,29 Zoll und hatte man sie, um diefs Maafs sehr genau inne halten zu können und ihre wiederholte Verwendung möglich zu machen, auf der Drehbank aus hierfür hinlänglich starkem Gufsstahldraht sehr sorgfältig angefertigt. Ihre Länge richtete sich nach dem Gewichte, das man ihnen zu geben beabsichtigte; hätte dieselbe jedoch, diesem gemäfs, erheblich mehr als 4,20 Zoll betragen müssen, so versah man sie an ihrem aus dem Stollenkanale hervorragenden Ende mit einem gufsstählernen Kopfe, welcher das ihnen zu gebende Gewicht zu vervollständi-

gen bestimmt war. Der Weg den die hintere, der Pulverladung zugekehrte, Grundfläche dieser Stollengeschosse innerhalb des Stollenkanals während des Schusses zu durchlaufen erhielt, betrug durchweg 4,20 Zoll und *wurde stets höchst sorgfältig bestimmt.*

Das Geschützrohr lag in einer Laffete, welche so niedrige Räder hatte, daſs die Bahn der Stollengeschosse nicht mehr auf dieselben treffen konnte. Vor dem Stollenkanale war in der durch dessen Axe bestimmten Richtung auf der Entfernung von 12$\frac{2}{3}$ Fuſs ein ballistischer Gewehr-Recepteurpendel aufgestellt, welcher von der Schwingungsaxe bis zur Mitte des Recepteurs eine Länge von 6 Fuſs besaſs und dessen Gewicht, je nachdem der Recepteur eine Zugabe von Bleischeiben erhielt oder nicht, sich zwischen 86 und 104 Pfund befand.

Die Aufstellung dieses Pendels erfolgte innerhalb einer gut erbauten Baracke, deren zwischen dem Recepteur und dem Stollenkanale befindliche Wand an der hierfür erforderlichen Stelle mit einer kreisrunden Oeffnung versehen war, durch welche die aus dem Stollenkanal abzuschieſsenden Geschosse ihren Weg nach dem Recepteur des ballistischen Pendels nehmen muſsten. Ueberdieſs befand sich zwischen dieser Oeffnung und der Mündung des Geschützes eine Bretterwand errichtet. Ebensowohl die Entfernung von 12$\frac{2}{3}$ Fuſs, als die eben beschriebenen Vorkehrungen hatten sich als erforderlich gezeigt, um das Pendel gegen die durch den Schuſs erzeugte Bewegung der Luft sicher zu stellen und es in der ihm vor demselben zukommenden richtigen Lage möglichst ruhig zu erhalten.

Um den Stollenkanal auf den Recepteur des Pendels zu richten, benutzte man einen in denselben genau passenden Stahlcylinder von 16 Zoll Länge. Dieser wurde in jenen um mehrere Zoll hineingeschoben und war an der Stelle, welche zunächst daraus hervorstand, mit einem durch seine Axe gehenden feinen Loche versehen, durch welches ein dünner Faden gezogen wurde. Auf der Mantelfläche seines vorderen Endes hatte man ihn mit einem Punkte

bleibend bezeichnet, welcher sich in der durch seine Axe und das gedachte Loch gelegten Ebene befand. Der Faden wurde mäfsig angespannt nach dem Recepteur geführt und demnächst das Geschützrohr so lange rechts oder links oder nach auf- oder abwärts gerichtet, bis er den eben erwähnten Punkt gerade nur berührte.

In dieser Art ging das Richten sehr schnell und höchst sicher von Statten. Bei den Versuchen selbst zeigte sich, dafs die aus dem Stollenkanale getriebenen Geschosse, nach Maafsgabe als ihr Gewicht zunahm, von demjenigen Punkte, auf den man gerichtet hatte, nach derjenigen Seite hin abwichen, welche durch die Richtung des dem Geschütze durch den Schufs ertheilten Rücklaufs bezeichnet wird. Man mufste daher, um den Recepteur in dem hiefür bestimmten Punkte zu treffen, die Richtung stets so nehmen, dafs dieselbe auf einen andern Punkt hinlief, welcher von jenem, in der dem Rücklaufe entgegengesetzten Richtung, um ein mehr oder weniger grofses Maafs abwich. Dieses betrug bei den Verhältnissen, unter denen die Versuche zur Ausführung kamen, erfahrungsmäfsig für jede 2 Loth, um welche sich das Gewicht des Stollengeschosses vergröfserte, etwa 1 Zoll [1]).

Die Füllung des Recepteurs bestand anfänglich aus elsenen Holzscheiben und gingen mit denselben die Versuche bei allen den Stollengeschossen, deren Gewicht noch nicht so grofs war, dafs man sie mit einem Kopfe versehen mufste, in einer Weise von Statten, dafs sich aus den zur Stelle gemachten Erfahrungen auch nicht der geringste Einwand dagegen erheben läfst. Auch nahmen die kürzeren dieser Geschosse, so lange sie nicht auf Eisentheile trafen, sondern in der Holzmasse sitzen blieben, nicht den mindesten Schaden, so dafs man sie unter diesen Umständen immer wieder zur Anwendung bringen konnte; dagegen trat eine Verbiegung derselben um so häufiger ein, je länger man sie machte. Ist eine solche vorhanden, was

1) Man könnte hieraus Schlüsse auf die Geschwindigkeiten machen, mit denen der Rücklauf des Geschützes vor sich geht.

sich durch das Klemmen des davon betroffenen Geschosses im Stollenkanale sofort zu erkennen giebt, so darf dieses nicht weiter in Anwendung gebracht werden, da es als eine wesentliche Bedingung für die Richtigkeit der zu erwartenden Ergebnisse angesehen werden mufs, dafs dasselbe innerhalb dieses Kanals ohne erheblich merklichen Widerstand nach vor- und rückwärts bewegt werden kann.

Das Herausnehmen jedes in den Recepteur geschossenen Cylinders war dadurch sehr erleichtert, dafs man die Holzscheiben, die eine nach der anderen, daraus entfernen konnte. Ihr Festliegen darin mufs jedoch als eine wesentliche Bedingung betrachtet werden, und war diefs bei den ausgeführten Versuchen mit Hülfe von Schrauben bewirkt worden, die sich am vorderen und hinteren Theile des Recepteurs befanden, jedoch nicht allzu stark angezogen werden durften, weil man in der festen Zusammenpressung der Recepteur-Füllung gleichfalls zu weit gehen kann.

Bei der Anwendung der Stollengeschosse mit Kopf zeigten sich mehrere Uebelstände, und zwar in so höherem Maafse, je schwerer sie wurden. Aus den damit erhaltenen Ergebnissen konnte man zunächst unzweifelhaft erkennen, dafs jedes dieser Ergebnisse als unbrauchbar angesehen werden mufste, bei welchem ein mehr oder weniger heftiges Zurückprallen des Geschosses von der Recepteur-Füllung stattgefunden hatte. Ferner konnte man eine um so heftigere Erschütterung des dadurch in Schwung gesetzten Pendels selbst wahrnehmen, je weiter der Treffpunkt vom Schwingungspunkte und insbesondere aus der Mittellinie des Pendels entfernt war, und je mehr das Gewicht dieser Geschosse zunahm. Bei den schwersten derselben kam es sogar zuweilen vor, dafs das Pendel durch den ihm ertheilten Stofs aus den Pfannen geworfen wurde. Endlich ereignete es sich unter den hier beschriebenen Umständen gar nicht selten, dafs der auf dem Gradbogen bewegliche Schieber weiter zurückgeschleudert wurde, als

diefs nach der Gröfse des dem Pendel ertheilten Ausschlags hätte stattfinden dürfen.

Um diese Uebelstände zu mildern, füllte man den Recepteur an Stelle einiger Holzscheiben mit dünnen Bleischeiben, welche darin mit Zwischenräumen festgelegt wurden, um das Eindringen der Geschosse in dieselben und ihr Sitzenbleiben in ihnen zu erleichtern. Diese Maafsregel half, aber nicht entschieden genug, um die mit ihrer Hülfe gewonnenen Ergebnisse der schweren Stollengeschosse eben so einwandfrei betrachten zu dürfen, als diefs in Betreff der Ergebnisse der leichtern Geschosse angegeben worden ist. Die Aufgaben:

1) das vorhandene Pendel noch mit einem zweiten Gradbogen zu versehen, auf welchem die Gröfse des ihm ertheilten Ausschlags durch einen Stift angegeben wird, der einerseits mit dem Pendel fest verbunden ist und andererseits bei der ihm gegebenen Richtung nach abwärts, unter möglichst geringem Widerstande, seinen Weg in einer weichen Masse bezeichnet, die sich in einer für ihre Aufnahme bestimmten Aushöhlung dieses Gradbogens befindet;
2) den Recepteur desselben mit einer so weichen Masse (einer Mischung von gleichen Theilen Talg und Wachs) zu füllen, dafs dadurch ein hinlänglich tiefes Eindringen der mit einem Kopf versehenen Geschosse in dieser Masse und ihr Sitzenbleiben in derselben bewirkt, aufserdem aber auch noch die Erschütterung gemildert wird, welche das Pendel durch die ihm von diesen Geschossen ertheilten Stöfse empfängt; und
3) ein zweites schwereres und längeres Pendel erbauen zu lassen, welches stärkere Stöfse auszuhalten vermag, als das vorhandene;

blieben durch die gemachten Erfahrungen vorgegeben, fanden jedoch erst nach der Beendigung der gegenwärtig in Rede stehenden Versuche ihre Erledigung. Nur des Zusammenhanges wegen sey hier alsbald erwähnt, dafs die

unter 1. und 2. genannten Maafsregeln bereits durch Versuche geprüft worden sind, und sich als sehr zweckmäfsig gezeigt haben. Auch erscheint die Füllung von Talg und Wachs insofern sehr billig, als sie durch das Schiefsen in dieselbe zu ihrem fortwährenden Gebrauche nicht untauglich gemacht werden kann.

Zum Verständnifs der vorliegend mitzutheilenden Versuche kann die Kenntnifs des dazu erforderlichen ballistischen Pendels und die Art seines Gebrauchs vorausgesetzt werden, da die sich hierauf beziehenden Begriffe, besonders in neuerer Zeit, eine grofse Verbreitung gefunden haben und es im vorliegenden Aufsatze zu weit führen würde, wenn man darin auf die hierbei in Betracht kommenden Einzelnheiten näher eingehen wollte, als diefs schon geschehen ist. Auch dürfte diesem Gegenstande eine Abhandlung für sich um so mehr zu widmen seyn, als unsere Artillerie ebenfalls diese Art von Maschinen, und sogar im grofsartigsten Maafsstabe, in einer vielleicht noch nicht übertroffenen Vollkommenheit besitzt, und damit nach sehr verschiedenen Richtungen hin seit einer Reihe von Jahren sehr ausgedehnte Versuche und Erfahrungen zu machen im Stande war.

Im vorliegenden Falle hatte das dabei in Anwendung gekommene ballistische Pendel den Zweck, zur Messung derjenigen Geschwindigkeit zu dienen, mit welcher es durch den aus dem Stollenkanale abgeschlossenen Stahlcylinder getroffen worden war. Wurde diese Geschwindigkeit um diejenige vergröfsert, welche das eben gedachte Geschofs auf seinem $12\frac{2}{3}$ Fufs langen Wege vom Stollenkanale bis zum Recepteur des Pendels durch den Widerstand der Luft verloren haben mufste, so erhielt man diejenige Geschwindigkeit, mit der es den eben gedachten Kanal verlassen hatte; diese mit dem Gewicht von jenem multiplicirt, ergab das Moment der Bewegung, mit dem diefs geschehen war.

Behufs dieser Messungen war das Geschützrohr mit denjenigen Schüssen vorschriftsmäfsig geladen worden, bei

denen man die von der Pulverladung gegen dasselbe entwickelte Kraft zu bestimmen beabsichtigte. Dafs diese Kraft auf die Stelle des Rohrs zu beziehen ist, an der sich in ihm der Stollenkanal befindet, dürfte zur Vermeidung von Mifsverständnissen besonders zu erwähnen seyn, da die im Geschützrohre thätige Pulverkraft in doppelter Beziehung veränderlich ausfallen kann, nämlich: »das eine Mal mit dem Augenblicke, für den sie stattfindet, oder der Zeit nach, und ein zweites Mal mit der Stelle des Rohrs, für die sie gemessen werden soll, oder dem Orte nach.« Auch kann man in beiden Fällen noch nach dem Wege fragen, den das ins Geschützrohr geladene Geschofs innerhalb der Seele desselben bis zu dem Augenblicke zurückgelegt hat, für den die gedachte Bestimmung erfolgen soll, sowie nach der Geschwindigkeit, die es in diesem Augenblicke bereits erlangt hat.

Die ausgeführten Versuche erhielten schon von Hause aus dadurch eine gröfsere Ausdehnung, dafs man möglichst gleichzeitig drei verschiedene Arten feldkriegsmäfsig angefertigter Schüsse zur Anwendung brachte. Diese waren:

1) Kugelschüsse mit gewöhnlichen Kartuschen und 2 Pfd. Pulverladung.

2) Dergleichen mit verlängerten Kartuschen und 2 Pfd. Pulverladung.

3) Dergleichen mit verlängerten Kartuschen und 2 Pfd. 5 Loth Pulverladung.

Bei den unter 1 gedachten bildete die Pulverladung einen Cylinder von 6,126 Zoll mittlerer Länge, bei den unter 2 erwähnten einen abgekürzten Kegel mit einer Länge von 7,220 Zoll, und bei den unter 3 aufgeführten gleichfalls einen abgekürzten Kegel von 7,671 Zoll mittlerer Länge. Als maafsgebend für die Gröfse der Verlängerung war das Gesetz festgehalten worden, dafs sich der Durchmesser der gewöhnlichen Kartuschen zum mittleren Durchmesser der verlängerten verhalten sollte, wie 141 zu 128 bis 131.

In der Reihenfolge, in welcher man schofs, fand insofern ein beständiger Wechsel statt, als einerseits für jedes Stollengeschofs alle drei Schufsarten, und andererseits für jede Schufsart eine Reihe, ihrem Gewichte nach, verschiedener Stollengeschosse möglichst gleichzeitig in Anwendung zu bringen waren. Je nachdem die erhaltenen Ergebnisse unsicher erschienen oder einzelne Schüsse wegen nachweislich dabei vorgekommener Fehler verworfen werden mufsten, ward für jede Verbindung von Schufs und Stollengeschofsart die Anzahl der Schüsse vermehrt. Man beabsichtigte für jede dieser Verbindungen fünf tadelfreie Ergebnisse zu erhalten, und aus diesen das arithmetische Mittel als das wahrscheinlich richtigste zu nehmen; doch ermittelte man für jedes der Stollengeschosse, die man als die entscheidendsten ansah, bei jeder der drei Schufsarten noch eine gröfsere Anzahl zugehöriger Ergebnisse.

Als diese Versuche beendet waren, that man scharfe Schüsse mit gewöhnlichen Kartuschen und $1\frac{3}{4}$ Pfund Pulverladung. Hierbei kamen nur die leichteren Stollengeschofsarten in Anwendung, deren Ergebnisse man mit Rücksicht auf die Anzeigen des vorhandenen ballistischen Pendels als tadelfrei ansehen konnte, und geschahen mit jeder derselben wiederum mindestens fünf Schüsse. Zuletzt wurden die angestellten Versuche noch auf das Schiefsen mit 2 Pfund Pulverladung in gewöhnlichen Kartuschen, jedoch ohne Kugel und Kugelspiegel (blinde Schüsse) ausgedehnt.

Im Allgemeinen gingen alle diese Versuche so gut von Statten, dafs man binnen einigen Stunden 15 Schüsse zu thun im Stande war und dabei, in Folge der sehr gesicherten Aufstellung des ballistischen Pendels, von Wind und Wetter fast ganz unabhängig blieb. Ihre mittleren Ergebnisse sind in der am Schlusse dieses Aufsatzes beigefügten Tabelle zusammengestellt worden, zu deren Verständnifs sowohl, als zur Erläuterung des Weges, auf dem man zu jenen gelangt ist, nachfolgende Auseinandersetzungen beitragen werden.

Die ersten sechs Verticalspalten dieser Tabelle enthalten diejenigen mittleren Ergebnisse, welche als die durch die angestellten Versuche unmittelbar gelieferten betrachtet werden können. Nach dem hierüber bereits Beigebrachten dürfte für sie eine fernere Erläuterung nicht mehr erforderlich seyn.

In Bezug auf die in den folgenden Verticalspalten aufgeführten Ergebnisse denke man sich zunächst, dafs zwei der in diesen Versuchen zur Anwendung gekommenen Stollengeschosse oder Stahlcylinder von 0,29 Zoll Durchmesser, welche der Gröfse ihres Gewichts nach auf einander folgen, unter möglichst gleichen Umständen durch den im Geschützrohre abgefeuerten Schufs aus dem Stollenkanal getrieben worden sind. Das Gewicht des leichtern dieser Cylinder sey $= p$, das des schwerern $= P$ und die Zeit, innerhalb welcher jener der Einwirkung der Pulverkraft ausgesetzt war, oder den Stollenkanal mit seiner hintern Grundfläche durchlaufen hat $= t$, während die in derselben Art dem Cylinder vom Gewicht P angehörige Zeit $= T$ gesetzt werden möge.

Hat hierbei die hintere Grundfläche beider Cylinder im Stollenkanal einen gleichen Weg $= \lambda$ zu durchlaufen gehabt, so wird T gröfser ausgefallen seyn als t, und der Cylinder vom Gewicht P vom Beginn seiner Bewegung ab, innerhalb der Zeit t in jenem einen Weg $= s$ zurückgelegt haben, welcher kleiner ist als λ.

Da nun aber die auf den Cylinder vom Gewicht P in der Zeit t erfolgte Einwirkung der Pulverkraft ebensowohl in Bezug auf ihre Gröfse als auf die Gesetze, nach denen sie während dieser Zeit veränderlich ausgefallen ist, der gegen den Cylinder vom Gewicht p in derselben Zeit t stattgehabten völlig gleich zu setzen ist, so müssen sich auch die von beiden Cylindern innerhalb dieser Zeit t erlangten Geschwindigkeiten und zurückgelegten Wege zu einander verhalten, wie umgekehrt ihre Gewichte. Bezeichnet man nun noch die hier in Betracht kommende Geschwindigkeit des Cylinders vom Gewicht p mit $\mathfrak{v}$ und die des Cylinders

vom Gewicht P mit v, so erhält man dem eben Gesagten gemäfs:

$$v : \mathfrak{v} = p : P$$

$$(1) \ldots v = \frac{\mathfrak{v} . p}{P} = \frac{A}{P}$$

die Formel der siebenten Verticalspalte der Tabelle, und

$$s : \lambda = p . P$$

$$(2) \ldots s = \frac{p}{P} . \lambda$$

die Formel der achten Verticalspalte derselben.

Dafs diese Gesetze wirklich stattfinden, ist auch durch die ausgeführten Versuche selbst sehr schlagend dargethan worden. Man brachte nämlich bei jeder der verschiedenen Schufsarten zwei durch ihr Gewicht von einander verschiedene Cylinder in Anwendung und liefs die Wege, die man ihnen mit ihrer der Pulverladung zugewendeten Grundfläche innerhalb des Stollenkanals zu durchlaufen anwies, sich zu einander verhalten, wie umgekehrt ihre Gewichte. Jedes Mal ergab sich das Moment der Bewegung, mit dem sie den Stollenkanal verliefsen, vollständig so, als ob man immer nur einen und denselben Cylinder mit dem ihm im Stollenkanal angewiesenen und unverändert gelassenen Wege in Anwendung gebracht hätte, so dafs es vollkommen erlaubt erschien, einen leichteren Cylinder durch einen schwereren zu ersetzen, wenn man die von beiden im Stollenkanal zu durchlaufenden Wege sich zu einander verhalten liefs, wie umgekehrt ihre Gewichte. Auch dürften diese Erfahrungen als ein Beweis zu betrachten seyn, dafs das bei der Ausführung dieser Versuche beobachtete Verfahren als sehr zuverlässig angesehen werden konnte.

Nun ist aber der Cylinder vom Gewicht P nach Ablauf der Zeit t im Stollenkanal noch während der Zeit $T - t$ der Einwirkung der Pulverkraft ausgesetzt geblieben. Die Gröfse der in dieser Zeit gegen ihn thätig gewesenen Pulverkraft sey $= k$. *Ist aber die Zeit $T - t$ klein genug, so kann während derselben die Kraft k als unveränderlich oder sich selbst gleich bleibend, und daher die darin vom Cylinder*

vollbrachte Bewegung als eine gleichförmig beschleunigte angesehen werden. Der Beweis hierfür ergiebt sich sofort, wenn man $T-t$ und demgemäfs auch $P-p$, $\lambda-s$ u. s. w. zu wirklichen Differentialen werden läfst, indem sich alsdann die Veränderung, welche die Kraft k in der Zeit $T-t$ erfahren hat, ebenfalls als unendlich klein und daher gegen k selbst als völlig verschwindend herausstellt. Doch dürfen die Gröfsen $T-t$, $P-p$, $\lambda-s$ u. s. w. schon erheblich grofs werden, ehe die damit verbundene Veränderung von k *im Vergleich zu dieser Gröfse selbst* als eine beachtenswerthe angesehen werden mufs, da sie immer nur den Unterschied zweier auf einander folgender Gröfsen für k ausdrückt.

Für diese gleichförmig beschleunigte Bewegung, nämlich den letzten Theil der von dem Cylinder vom Gewicht P im Stollenkanal vollbrachten Bewegung, hat man aber:

$T-t$ als die Zeit derselben und noch unbekannt;

v als die Anfangsgeschwindigkeit mit Hülfe von Formel (1) bekannt;

$\lambda-s$ als den ihr angehörigen Weg, ebenfalls bekannt, und zwar λ durch unmittelbare Messung beim Einbringen des Cylinders in den Stollenkanal und s mit Hülfe von Formel (2);

V als die ihr angehörige Endgeschwindigkeit, mit der der Cylinder vom Gewicht P den Stollenkanal verliefs, und mit Hülfe des davor aufgestellten ballistischen Pendels bestimmt, also auch bekannt; und

g als die Beschleunigung der Schwere, für Berlin = 31,2648 Fufs.

Den Gesetzen der hier gedachten Bewegung und den eben gemachten Bezeichnungen gemäfs ergiebt sich aber:

die Endgeschwindigkeit $V = v + \frac{k}{P} \cdot g(T-t)$

und der Weg $\lambda - s = v(T-t) + \frac{k}{P} \cdot \frac{g}{2} \cdot (T-t)^2$.

Aus diesen beiden Gleichungen erhält man sehr leicht:

$$(3) \ldots T-t = \frac{2(\lambda - s)}{V+v},$$

die Formel der zwölften und

$$(4) \ldots k = \frac{(V-v)P}{(T-t)g} = \frac{(V-v)P}{(T-t)\,31{,}2648}$$

oder die Formel der dreizehnten Verticalspalte der Tabelle.

Der Druck k, den die Pulverkraft während der Zeit $T-t$ gegen den Cylinder geäufsert hat, fand gegen dessen ihm ausgesetzt gewesene Grundfläche statt. Diese betrug $\left(\frac{0{,}29}{2}\right)^2 . \pi = \left(\frac{0{,}29}{2}\right)^2 . 3{,}14159$ Quadratzoll. Daher erhält man denjenigen Druck, den die Pulverkraft während der Zeit $T-t$ gegen einen Quadratzoll geäufsert hat:

$$(5) \qquad = \frac{k}{\left(\frac{0{,}29}{2}\right)^2 3{,}14159},$$

nämlich die Formel der vierzehnten Verticalspalte der Tabelle.

Wird dieser Druck in Pfunden angegeben und durch 15 dividirt, so ergiebt sich die während der Zeit $T-t$ im Geschützrohre an der Stelle, wo dasselbe den Stollenkanal enthält, thätig gewesene Pulverkraft oder Gasspannung in Atmosphären, jede zu 15 Pfd. Druck auf den Quadratzoll gerechnet. Die in der fünfzehnten Verticalspalte der Tabelle aufgeführten Ergebnisse sind die in dieser Art entstandenen.

Ferner ist die Zeit T, in der der Cylinder vom Gewicht P seinen ganzen, ihm im Stollenkanale angewiesenen Weg λ durchlaufen hat, dadurch erhalten worden, dafs man stets zu der bereits ermittelten Zeit t, in welcher dasselbe von dem nächst leichteren Cylinder vom Gewicht p geschehen ist, die mit Hülfe von Formel (3) gefundene Zeit $T-t$ addirt hat, und sind die Angaben der sechszehnten Verticalspalte der Tabelle die desfallsigen Ergebnisse.

Endlich kann man verfahren, um die in der siebenzehnten und achtzehnten Verticalspalte dieser Tabelle angegebenen Formeln, mit deren Hülfe die darunter befind-

lichen Ergebnisse berechnet worden sind, zu erhalten, wie folgt:

Man denke sich, dafs in derselben Zeit T, in welcher der Cylinder vom Gewicht P aus dem Stollenkanal geschossen worden ist, die Geschwindigkeit V erlangt und den Weg λ zurückgelegt hat, *der in das Geschützrohr geladen gewesenen Kugel* die Geschwindigkeit V' auf dem Wege λ' ertheilt worden, und dafs diefs in jedem Augenblicke jener Zeit von der Pulverkraft *mit einem in Atmosphären gleichen Drucke, oder mit gleicher Gasspannung gegen beide Körper geschehen sey.* Dafs das zuletzt Gedachte nicht genau der Fall ist, weil sich die Gasspannung im Geschützrohre an der Stelle, an welcher der Stollenkanal in dessen Seele mündet, und in diesem Kanale selbst, stärker ergeben mufs, als dicht hinter der in Bewegung gesetzten Kugel, wird hierbei sofort zugegeben; man nehme indefs an, dafs dem so sey, und zwar eines Theils, um dadurch eine feste Grundlage für die Bestimmung der der Kugel im Geschützrohre wirklich ertheilten Bewegung zu gewinnen, und andern Theils deshalb, weil die Ergebnisse, welche aus dieser Vorstellung oder Annahme hervorgehen, für alle aufzustellenden Vergleichungen höchst geeignet und der That nach streng richtig sind, wenn man sie als das nimmt, was sie wirklich seyn sollen und nur seyn können. Selbst in Betreff der blinden Schüsse kann die dabei im Stollenkanal und an der Stelle, wo dieser in die Seele mündet, stattgehabte Gasspannung in dieser Weise klar verdeutlicht werden, wie diefs aus den desfallsigen Angaben der beigefügten Tabelle hervorgeht. Nach welchen Gesetzen alsdann aber auch die *Pulverkraft während der Zeit T* veränderlich gewesen seyn mag, immer wird sich der hier aufgestellten Bedingung oder Annahme gemäfs *in jedem beliebigen Augenblicke dieser Zeit T* verhalten:

die Kraft, von der die Kugel in der Richtung der Seelenaxe des Geschützrohrs fortgetrieben wird und welche mit K bezeichnet werden möge, zu der gegen den Cylinder thätig gewesenen und bereits mit k bezeichneten, wie

der gröfste Kreis der Kugel zur Grundfläche des Cylinders, so dafs man erhält, da der Durchmesser jener 3,50 und der von diesem 0,29 Zoll beträgt:

$$K : k = (3{,}50)^2 : (0{,}29)^2.$$

Auch verhalten sich hiernächst für jeden durch die Zeit T bestimmten Augenblick, wenn man die in demselben erzeugten Geschwindigkeiten der Kugel und des Cylinders beziehungsweise durch dV' und dV bezeichnet:

die Gröfsen $dV' : dV$ oder $V' : V$, oder $\lambda' : \lambda$

einerseits, wie die gegen beide Körper thätig gewesenen Kräfte K und k, und andrerseits umgekehrt wie die Gewichte dieser Körper, von denen das der Kugel 6 Pfd. und das des Cylinders $\frac{P}{32}$ Pfd. oder P Loth betragen haben möge.

Daher ergiebt sich:

$$dV' : dV = V' : V = \lambda' : \lambda = \left\{ \begin{array}{ll} K\left(\frac{3{,}50}{0{,}29}\right)^2 & : k \\ \frac{P}{32} & : 6 \end{array} \right\}$$

$$(6) \; . \; . \; . \; V' = \frac{P}{\left(\frac{0{,}29}{3{,}50}\right)^2 . \, 6 \, . \, 32} = V \, . \, \frac{1{,}31814}{P},$$

die Formel der siebenzehnten und

$$(7) \; . \; . \; . \; \lambda' = \lambda \, . \, \frac{P}{1{,}31814},$$

die Formel der achtzehnten Verticalspalte der Tabelle.

Gleichzeitig ersieht man, dafs, wenn das Gewicht P des Cylinders dasjenige seyn soll, bei dem derselbe und die Kugel, *unter der oben dargelegten Bedingung,* mit einander stets gleiche Geschwindigkeiten erlangt und gleiche Wege zurückgelegt haben müssen, man $P = 1{,}31814$ Loth setzen und den Stollenkanal hinlänglich lang machen müfste.

Dafs, wie schon weiter oben darauf hingedeutet worden ist, die in der siebenzehnten und achtzehnten Verticalspalte der beigefügten Tabelle erhaltenen Geschwindigkeiten und Wege gröfser ausgefallen sind, als es die der Kugel im Geschützrohr angehörigen Geschwindigkeiten und Wege

der That nach seyn können, hat seinen Grund zunächst darin, dafs die in der Seele desselben, und zwar in der Nähe des Stollenkanals, thätig gewesene Pulverkraft, aufser der Kugel selbst, noch den Kugelspiegel, so wie diejenigen Massen in der Richtung der Seelenaxe fortzutreiben gehabt hat, aus denen die Pulverladung und der Kartuschbeutel bestehen. Nähme man an, dafs Kugel und Kugelspiegel mit gleicher Geschwindigkeit, die eben erwähnten Massen aber nur mit der Hälfte dieser Geschwindigkeit bewegt werden, da man sich deren Schwerpunkt im Mittelpunkt des hinter dem Kugelspiegel befindlichen Seelenraums liegend denken kann, so würde es ganz leicht seyn, die der Kugel im Geschützrohr wirklich zukommenden Geschwindigkeiten und Wege mit Hülfe der, den eben aufgestellten Begriffen gemäfs abzuändernden, Formeln (6) und (7) zu berechnen; allein man würde sich hierbei nicht mehr auf dem Boden der Thatsachen befinden, und soll dieser Ursache wegen weiterhin noch dargelegt werden, wie man die eben gedachten Geschwindigkeiten und Wege möglichst unmittelbar aus den Geschwindigkeiten und Wegen der Stollengeschosse zu bestimmen hofft.

Wie man die in der beigefügten Tabelle, von ihrer siebenten Verticalspalte ab aufgeführten Ergebnisse mit Hülfe der vorstehend dargelegten Formeln berechnet hat, möge jetzt noch durch die nachfolgenden Beispiele verdeutlicht werden:

Für die gewöhnlichen Kartuschen zu 2 Pfd. (scharfe Schüsse) hatte man, wie diefs aus der beigefügten Tabelle hervorgeht:

1) Die Geschwindigkeit, mit welcher der Cylinder vom Gewicht $=0{,}75995$ Loth $=P$ den Stollenkanal nach der Zurücklegung seines ihm darin angewiesenen Weges von 4,20 Zoll $=\lambda$ verliefs, $=820{,}71$ Fufs $=V$. Das Gewicht des nächst leichteren Cylinders war $=0=p$, weil jener der *leichteste* in Anwendung gekommen war. Diesen Angaben gemäfs erhält man

nach

nach Formel (1) $v = \frac{0}{P} = 0$

" " (2) $s = \frac{0}{P} \lambda = 0$

und daher $t = 0.$

Ferner wird:

$$V - v = 820{,}71 - 0 = 820{,}71 \text{ Fuſs},$$
$$\lambda - s = \quad 4{,}20 - 0 = \quad 4{,}20 \text{ Zoll},$$

nach Formel (3)

$$T - t = T = \frac{2(4{,}20 - 0)}{(820{,}71 + 0)12} 0{,}00085293 \text{ Sekunden},$$

nach Formel (4)

$$K = \frac{(820{,}71 - 0)0{,}75995}{0{,}00085293 . 31{,}2648 . 32} = 730{,}90 \text{ Pfd.}$$

nach Formel (5)

$$\frac{K}{\left(\frac{0{,}29}{2}\right)^2 . 3{,}14159} = 11065{,}0 \text{ Pfd.}$$

= dem mittleren Drucke der Pulverkraft auf den Quadratzoll in den ersten 0,00085293 Sekunden und $\frac{11065{,}0}{15} =$ 737,70 = dieser Kraft in Atmosphären.

Auch wird nach Formel (6)

$$V' = 820{,}71 . \frac{0{,}75995}{1{,}31814} = 473{,}17 \text{ Fuſs},$$

nach Formel (7)

$$\lambda' = 4{,}20 . \frac{0{,}75995}{1{,}31814} = 2{,}4214 \text{ Zoll.}$$

2) Für den Cylinder vom Gewicht 1,10050 Loth $= P$ betrug bei den hier gedachten Kartuschen die Geschwindigkeit, mit der er nach Zurücklegung des Weges von 4,20 Zoll den Stollenkanal verlieſs; 722,83 Fuſs $= V$. Das Gewicht des nächst leichteren Cylinders war = 0,75995 Loth $= p$ und die Geschwindigkeit, mit der dieser auf demselben Wege aus dem Stollenkanal gelangte, = 820,71 Fuſs $= \mathfrak{v}$.

Daher erhält man nach Formel (1)

$$v = \frac{\mathfrak{v} . p}{P} = \frac{820{,}71 . 0{,}75995}{1{,}10050} = 566{,}83 \text{ Fuſs},$$

nach Formel (2)

$$s = \frac{0,75995}{1,10050} \cdot 4,20 = 2,9006 \text{ Zoll},$$

$t = 0,00085293$ Sekunden $=$ der unter 1 gefundenen Zeit, in welcher der Cylinder vom Gewicht p der Einwirkung der Pulverkraft ausgesetzt war;

$$V - v = 722,83 - 566,83 \quad = 156,00 \quad \text{Fuſs},$$
$$\lambda - s = \quad 4,20 - \quad 2,9006 = \quad 1,2994 \text{ Zoll},$$

nach Formel (3)

$$T - t = \frac{2 \cdot 1,2994}{(722,83 + 566,83) \cdot 12} = 0,00016793 \text{ Sekunden},$$

nach Formel (4)

$$K = \frac{156,00 \cdot 1,10050}{0,00016793 \cdot 31,2648 \cdot 32} = 1021,36 \text{ Pfd.}$$

nach Formel (5)

$$\frac{1021,36}{\left(\frac{0,29}{2}\right)^2 \cdot 3,14159} = 15463,0 \text{ Pfd.}$$

$=$ dem Drucke der Pulverkraft auf den Quadratzoll nach Ablauf der Zeit von 0,00085293 Sekunden während der *darauf folgenden* 0,00016793 Sekunden;

$$\frac{15463,0}{15} = 1030,86$$

$=$ der eben gedachten Gröſse der Pulverkraft in Atmosphären.

Ferner wird nach Formel (6)

$$V' = 722,83 \quad \frac{1,10050}{1,31814} = 603,43 \quad \text{Fuſs},$$

nach Formel (7)

$$\lambda' = \quad 4,20 \cdot \frac{1,10050}{1,31814} = \quad 3,5062 \text{ Zoll, u. s. w.}$$

In dieser hier angegebenen Art ist in der beigefügten Tabelle die Rechnung für jede zwei, ihrem Gewichte nach auf einander folgenden, Stollengeschoſsarten, von der leichtesten bis zur schwersten, bei jeder der fünf zum Versuch gezogenen Kartuscharten fortgeführt worden.

Die so erhaltenen Ergebnisse sind die ersten, welche nicht allein auf dem Wege bloſser, durch ganz unzu-

reichende Erfahrungen unterstützter Betrachtungen, Vermuthungen und Annahmen, auf den man in dieser Hinsicht bisher eingeschränkt war, sondern durch unbestreitbare Thatsachen eine Einsicht in die innerhalb eines Geschützrohrs stattfindenden Wirkungen der Pulverladung gewähren, und zwar ebensowohl hinsichtlich der Gröfse derselben, als der Gesetze, nach denen ihre Entwickelung vor sich geht. Dafs hierin Veränderungen eintreten müssen, je nachdem von den so zu sagen zahllosen Pulversorten, welche wirklich vorhanden sind oder seyn können, die eine oder die andere in einander nicht vollkommen gleichen, oder durch ihre Natur von einander verschiedenen Geschützröhren in Anwendung kommt, und dabei die Ladung ihren Platz in einem verschieden gestalteten, oder verschieden grofsem Raume hinter dem Geschosse erhält, oder auf die eine oder andere Art entzündet wird; je nachdem ferner der Spielraum, mit dem sich das Geschofs im Rohre bewegt, ein kleinerer oder gröfserer wird, oder dasselbe durch sein kleineres oder gröfseres Gewicht, so wie durch seine Reibung mit den Seelenwänden die Festigkeit der Einschliefsung der Ladung erhöht oder vermindert u. s. w., dürfte keiner besondern Erläuterungen bedürfen. Hinsichtlich aller dieser Verschiedenheiten hat man jedoch im vorliegenden Falle vorzugsweise nur die Anstrengungen vor Augen gehabt, denen ein 6pfünder Feld-Kanonrohr bei seinem feldkriegsmäfsigen Gebrauche mit mehren hierzu geeigneten Ladungen und Kartuscharten unterworfen wird. Dafs auch diese Aufgabe noch keineswegs als vollständig gelöst zu betrachten ist, dürfte einerseits in den Unvollkommenheiten begründet seyn, welche jederzeit von einem zum ersten Male unternommenen, und hinsichtlich der dabei zu nehmenden Rücksichten keineswegs ganz einfachem, Versuche unzertrennlich seyn werden, andererseits aber auch darin, dafs er bei weitem noch nicht die Ausdehnung erreicht hat, welche er erhalten müfste, um auf seine Ergebnisse in jener Hinsicht vollständig entscheidende Folgerungen gründen zu dürfen.

Jedenfalls aber darf zur Förderung der Sache keine von den dabei gemachten Erfahrungen verschwiegen werden, durch welche möglicherweise die Richtigkeit dieser Ergebnisse eine beachtenswerthe Beeinträchtigung erfahren haben könnte.

Zunächst bleibt daher zu erwähnen, daſs das Geschützrohr vor dem Beginn des Versuchs schon erheblich gebraucht war, obwohl der gemachten Aufnahme desselben gemäſs, nicht besonders angegriffen erschien, und daſs hierin vielleicht die auffallende Erscheinung begründet seyn kann, daſs sich für alle vier Arten der scharfen Schüsse bei einer und derselben Geschoſsart (der mit dem Gewicht von 2,923 bis 2,942 Loth) ein zweites Maximum, der im Geschützrohr entwickelten Pulverkraft ergab, während sich deren erstes, erheblich gröſseres Maximum für die Schüsse zu $1\frac{3}{4}$ Pfund Ladung schon bei der Stollengeschoſsart von 1,0857 Loth, und bei den drei übrigen Arten der scharfen Schüsse schon bei der von 1,4797 bis 1,41818 Loth Gewicht befindet. (Man sehe hierfür die Tabelle).

Anlangend das Verhalten des ballistischen Pendels, so erschien dasselbe, wie sich dieſs bei einer stets darauf gerichteten, mit einer höchst sorgfältigen Beobachtung verbundenen Aufmerksamkeit zu erkennen gab, für alle Stollengeschoſsarten tadellos, welche das Gewicht von $4\frac{1}{2}$ Loth nicht überschritten und nicht übermäſsig seitwärts, auf den Rand des Recepteurs, trafen. Daſs deſsungeachtet, und *auch bei der Abwesenheit jeder anderen Art von Fehlern*, die Maxima der Pulverkraft alsdann nicht völlig genau in dieselben Zeitpunkte fallen dürften, für die sie sich in der Tabelle angegeben befinden, wenn man die Stollengeschoſsarten mit noch kleineren Gewichtsunterschieden auf einander hätte folgen lassen, als dieſs geschehen ist, und in diesem Falle auch nicht ganz dieselbe Gröſse behalten können, ist ein zu berücksichtigender Umstand; doch hat man es weder für rathsam erachtet, diese Aufeinanderfolge der Stollengeschosse mit sehr kleinen Gewichtsunterschieden eintreten zu lassen, noch den erhaltenen Versuchsergeb-

nissen schon gegenwärtig einen so hohen Grad von Genauigkeit und damit zusammenhängender Gesetzmäfsigkeit beizumessen, um eine schärfere Bestimmung jener Maxima und der Zeitpunkte, denen sie angehören, eintreten lassen zu können, als es die vor Augen gelegte seyn soll.

Was nun noch die Ergebnisse der Stollengeschosse anbetrifft, deren Gewicht das von $4\frac{1}{2}$ Loth überschreitet, so ist schon angedeutet worden, dafs man sie, in Folge des Verhaltens des ballistischen Pendels und seiner Recepteurfüllung gegen diese Geschosse, nicht mehr tadelfrei gehalten hat, und zwar um so weniger, je gröfser ihr Gewicht wurde und je weniger richtig sie den Recepteur trafen. Ebenso ist der Mittel gedacht worden, durch welche man diesem Uebelstande abzuhelfen gedenkt und auch schon grofsentheils abgeholfen hat.

Als ein für die Zuverlässigkeit der durch die in Rede gestellte Art von Versuchen zu bestimmenden Ergebnisse und der ihnen zukommenden Gesetzmäfsigkeit, in hohem Maafse zu berücksichtigender Umstand mufs endlich noch der angesehen werden, dafs Schüsse, die in ihren Wirkungen einander vollkommen gleich seyn sollten, es der That nach nicht werden, man zur Ausgleichung der in ihnen nicht zu vermeiden gewesenen Fehler zu einer oftmaligen Wiederholung derselben genöthigt wird. Dafs sich hierbei, indem man die vorhandenen Zufälligkeiten auszugleichen bemüht ist, immer noch wieder neue hinzufinden können, hat der Artillerist sehr oft zu erfahren Gelegenheit. Um daher in Bezug hierauf zu einer entschieden gröfseren Sicherheit zu gelangen, und die auszuführenden Versuche sehr erheblich abzukürzen, sind bereits die nöthigen Anordnungen getroffen worden, indem man ein Kanonrohr, anstatt mit einem Stollenkanal, wie diefs bei den ausgeführten Versuchen geschehen ist, mit zwei dergleichen, einander gerade gegenüberliegenden, versehen wird. Vor jedem von diesen wird, unter Beachtung der hierfür gewonnenen und weiter oben schon angegebenen Erfahrungen, ein ballistisches Pendel aufgestellt seyn und gleich-

zeitig mit dem ihm gegenüber befindlichen durch einen und denselben, ins Geschützrohr geladenen, Schufs angeschossen werden. Die hierbei gleichzeitig in Anwendung zu bringenden Stollengeschosse werden entweder einander gleich, oder durch ihr Gewicht mehr oder weniger von einander verschieden seyn, und abwechselnd in beiden Kanälen zur Anwendung kommen.

Da bei diesem in Aussicht stehenden Versuche das Geschützrohr nicht verrückt werden darf, wenn einer von beiden Stollenkanälen auf das davor befindliche Pendel gerichtet worden ist, so hat man den andern ebensowohl in der Richtung nach der Seite, als der der Höhe, um so viel verstellbar gemacht, dafs hierdurch sein jedesmaliges Getroffenwerden in zweckentsprechender Art gesichert erscheint. Auch ist dieses Pendel erheblich länger und schwerer gemacht worden, als das bisher allein gebrauchte.

Eine Vervollständigung, welche man der hier beschriebenen Art von Versuchen noch beizufügen beabsichtigt hat, ist die Anwendung der Reibungselektricität zur möglichst unmittelbaren Bestimmung der Wege und Geschwindigkeiten, welche die von der Pulverladung im Geschützrohre fortgetriebene Kugel selbst darin zurücklegt und erlangt.

Als man nämlich die eben genannten Versuche begann, stellte man sich vor, dafs man für die Bestimmung dieser Wege und Geschwindigkeiten einen thatsächlichen Anhalt in dem Umstande finden werde, dafs sich in der durch den Schufs im Geschützrohre erzeugten Gasspannung eine plötzliche Verminderung für den Augenblick zu erkennen geben müsse, in welchem die Kugel so eben die Geschützmündung verlassen hat. Auch vermuthete man, in Folge angestellter Berechnungen, dafs bei den versuchten Schufsarten dieser Augenblick mit demjenigen zusammenfallen werde, in dem ein Cylindergeschofs von ohngefähr 19 bis 20 Loth Gewicht, welches mit seiner hinteren Grundfläche im Stollenkanale einen Weg von 4,20 Zoll zurückzulegen erhält, seinerseits in Folge des Schusses diesen Kanal verläfst.

Die gemachten Erfahrungen haben diese Vorstellungen nicht gerechtfertigt; vielmehr geht aus den desfallsigen Ergebnissen der beigefügten Tabelle hervor, dafs die im Geschützrohre durch den Schufs entwickelte Pulverkraft bis zu ihrem Erlöschen noch einer ansehnlichen Zeit bedarf, nachdem die Kugel die Geschützmündung bereits verlassen haben mufs, Diese Folgerung erscheint um so begründeter, wenn man hierbei noch die vergleichweise nicht unerheblichen Zeiten in Betracht nimmt, nach denen bei den blinden Schüssen zu 2 Pfund Ladung die aus dem Stollenkanal geschossenen Cylinder bei einer Vergröfserung ihres Gewichts immer noch eine Vergröfserung des Moments der ihnen ertheilten Bewegung gezeigt haben, was als Beweis anzusehen ist, dafs die Pulverkraft nach Verlauf dieser Zeiten immer noch nicht erloschen seyn konnte. Ueberhaupt ist es klar, dafs wenn aus den Momenten der Bewegung, mit denen die verschiedenen Arten von Cylindergeschossen aus dem Stollenkanale getrieben worden sind, sich der Zeitpunkt ergeben soll, in dem die Kugel aus der Geschützmündung fährt, diese Ergebnisse einen so hohen Grad von Genauigkeit und Zuverlässigkeit haben müfsten, dafs man daraus mit Sicherheit die, durch dieses Heraustreten der Kugel aus der Geschützmündung veranlafste Veränderung derjenigen Gesetzmäfsigkeit zu erkennen in den Stand gesetzt wird, nach welcher vorher die Pulverkraft im Geschützrohre wirksam gewesen ist.

Zieht man nun aber auch in Erwägung, dafs es einerseits für die in der dargelegten Art auszuführende Messung der Anstrengungen, denen ein Geschützrohr durch den Schufs unterworfen wird, gar nicht erforderlich wird, mit Hülfe der Bestimmung des mehrfach gedachten Zeitpunkts die Wege und Geschwindigkeiten zu erfahren, die von der Kugel in demselben wirklich zurückgelegt und erlangt werden, so würde man es doch andererseits immer als einen nicht unerheblichen Mangel betrachten müssen, wenn man nicht im Stande seyn sollte, *das Verhältnifs dieser, der Kugel angehörigen, Wege und Geschwindigkeiten*

zu den in denselben Zeiten den Stollengeschossen angehörigen Wegen und Geschwindigkeiten auf eine möglichst thatsächliche Weise aufzufinden.

Diefs war die Ursache, weshalb man einen Versuch unternommen hat, bei welchem der Zeitpunkt, in dem die Kugel die Geschützmündung verläfst, in einer Weise festgestellt werden soll, welche derjenigen ähnlich ist, die vor einer Reihe von Jahren der damalige Lieutenant Siemens des dritten Artillerie-Regiments zur Ermittelung der sogenannten Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses, bei gleichzeitiger Benutzung eines durch ein Uhrwerk um seine Axe gedrehten Stahlcylinders, in Anwendung zu bringen gedachte. (Pogg. Ann. Jahrg. 1845, Bd. 66, S. 435).

Bei diesem Versuche führte man von der inneren Belegung einer Leydener Flasche die zur Fortleitung des elektrischen Funken bestimmte Kette nach der Geschützmündung, und liefs sie hier in der Art unterbrochen seyn, dafs ihre Schliefsung an dieser Stelle durch die aus dem Geschützrohre kommende Kugel selbst bewirkt werden sollte. Diese Kette setzte sich alsdann nach dem in den Stollenkanal geladenen und mit seinem vorderen Theile aus diesem hervorragenden Stahlcylinder fort, endete aber in geringer Entfernung demselben gegenüber in einer nicht allzu scharfen Spitze. Jenseits dieses Cylinders begann die elektrische Kette mit einer zweiten derartigen Spitze, um von hier aus ihren Kreislauf nach der äufseren Belegung der Leydener Flasche zu vollenden. Die beiden eben genannten Spitzen wurden durch einen auf den, aus dem Geschützrohre hervorstehenden, Kopf des Gufsstahlstollens befestigten messingenen Kasten getragen, von dem sie mit Hülfe von Glasröhren isolirt waren. Ferner war der im Stollenkanal befindliche Stahlcylinder an seinem vorderen Ende mit einem so schweren Kopfe versehen worden, dafs das hierdurch vervollständigte Stollengeschofs zu der Zeit, in der die Kugel die Geschützmündung verliefs, mit Sicherheit diesen Kanal noch nicht ganz durchlaufen haben konnte.

Anlangend die Art und Weise, in der sich die Wirksamkeit und gute Erhaltung der elektrischen Kette gesichert befand, so hatte man den Theil derselben, welcher von der inneren Belegung der Leydener Flasche bis vor die Geschützmündung reichte, sehr sorgfältig isolirt, jedoch für ihren übrigen Theil in dieser Hinsicht eine gleiche Sorgfalt nicht für erforderlich erachtet, überdiefs aber beide von der Leydener Flasche herkommenden Kettenenden hinlänglich lang gemacht und so geführt, dafs sie durch den Rücklauf des Geschützes nicht beschädigt werden konnten.

Bei dieser Einrichtung beabsichtigte man:

1) vor dem Abfeuern des Schusses die Leydener Flasche zu laden und durch Schliefsung der mit ihr in Verbindung stehenden Kette vor der Geschützmündung den elektrischen Funken auf das vordere Ende des im Stollenkanale befindlichen Stahlcylinders überspringen zu lassen, um hierdurch auf demselben, jeder der beiden Kettenspitzen gegenüber, einen Punkt zu erhalten, durch den der Anfangspunkt der Bewegung dieses Cylinders bezeichnet seyn sollte; und

2) die Kette abermals mit Elektricität zu laden, jedoch ihre Schliefsung vor der Geschützmündung durch die von der Pulverladung aus dieser getriebenen Kugel selbst in der Art bewirken zu lassen, dafs der elektrische Funken abermals auf den Stahlcylinder überspringen mufste. Da sich dieser Cylinder seinerseits im Stollenkanale durch die auf ihn einwirkende Pulverkraft gleichzeitig mit der durch diese im Geschützrohre fortgetriebenen Kugel in Bewegung setzt und fortgetrieben wird, so sollten auf demselben durch das Ueberspringen wiederum zwei Punkte bezeichnet werden, welche mit den unter 1 erhaltenen nicht zusammenfallen können.

Durch die in der angegebenen Art vor dem Schusse und während desselben auf dem Stahlcylinder erhaltenen Punkte mufste aber der Weg bestimmt seyn, welchen die

ser im Stollenkanal bis zu dem Zeitpunkte durchlief, in dem durch die, an der Geschützmündung angekommene Kugel die elektrische Kette geschlossen wurde. Wird dieser Weg mit dem Gewichte des angewendeten Stollengeschosses multiplicirt, und durch die Länge des Stollenkanals dividirt, so erhält man das Gewicht desjenigen Stollengeschosses, welches diesen in seiner eben gedachten ganzen Länge genau in derselben Zeit durchlaufen wird, in welcher die ins Geschützrohr geladene Kugel ihren Weg bis zu dessen Mündung zurücklegt. In welcher Art diefs Ergebnifs mit den in der beiliegenden Tabelle enthaltenen Ergebnissen zu verbinden seyn wird, soll noch im Verfolg dieses Aufsatzes dargelegt werden, kann man sich auch selbst aus den Erläuterungen klar machen, welche man in Bezug auf diese Ergebnisse weiter oben bereits geliefert hat. Als eine Art Ergänzung zu diesen Erläuterungen für den Fall, dafs der so eben beschriebene Versuch den erwünschten Erfolg haben sollte, möge vorläufig das Nachstehende betrachtet werden.

Man wird, mit Hülfe dieses Versuchs und des vor ihm schon beschriebenen eigentlichen Gasspannungsversuchs, *die Zeit*, in welcher die ins Geschützrohr geladene Kugel bis zu dessen Mündung gelangt, mit einer Genauigkeit zu bestimmen im Stande seyn, welche auf einem anderen Wege zu erreichen gegenwärtig noch unmöglich erscheint. Läfst man demnächst durch die Kugel die elektrische Kette in einem, einige Fufse vor der Geschützmündung gelegenen Punkte schliefsen, so wird ersichtlich, dafs man in Bezug auf diesen Punkt die eben gedachte Bestimmung wiederholen kann, wenn nur der in den Stollenkanal geladene Cylinder so schwer gemacht ist, dafs er denselben bis zum Augenblicke dieser Schliefsung noch nicht verlassen haben konnte. Aus dem Unterschiede beider Zeiten, und dem Unterschiede beider Wege, die beziehungsweise in beiden Fällen erhalten und von der Kugel durchlaufen worden sind, ergiebt sich aber sofort diejenige Geschwindigkeit, mit welcher diese aus der Geschützmündung ge-

kommen ist. Auch wird ersichtlich, dafs man zwei elektrische Ketten in derselben Weise für einen und denselben Schufs in Anwendung bringen kann, und dafs man hierdurch einerseits den Versuch um die Hälfte abkürzt, und andererseits denselben nur um so zuverlässiger macht.

Die bis jetzt in der so eben angegebenen Richtung gewonnenen Erfahrungen sind hauptsächlich die nachfolgenden:

Damit auf dem Stahlcylinder durch den auf ihn überspringenden elektrischen Funken die Punkte erkennbar werden, wo diefs Ueberspringen erfolgt ist, wird es erforderlich, dafs man denselben nach seinem Abdrehen noch sehr gut polirt. Aber auch alsdann, wenn diefs nicht unterlassen ist, hat es noch seine Schwierigkeiten, diese Punkte mit voller Sicherheit von andern zu unterscheiden, welche sich bei dem Herausschiefsen des Cylinders aus dem Stollenkanale durch nicht zu vermeidende Zufälligkeiten auf demselben eingefunden haben können. Doch ist das Anhauchen des Cylinders ein gutes Mittel, um sie bestimmter hervortreten zu lassen.

Um in dieser Hinsicht sicher zu gehen, hat man den ebengedachten Cylinder so lang gemacht, dafs er, nachdem er mit einer Länge von 4,20 Zoll in den Stollenkanal geschoben ist, noch reichlich um 4 Zoll aus demselben hervorragend geblieben ist. Auf diesem hervorragenden Theile hat man mit Hülfe einer ringförmigen Klemme eine darauf passende Papierhülse befestigt, welche sonach ihren Platz zwischen dem Stollenkanale und dem auf das vordere Ende dieses Cylinders geschobenen Kopfe erhielt. Dafs dieser Kopf den Zweck hat, das anzuwendende Stollengeschofs auf das für dasselbe bestimmte Gewicht zu bringen, ist bereits mitgetheilt.

Die Spitze, mit denen die elektrische Kette dem aus dem Stollenkanale hervorstehenden Theile des Cylinders gegenüber endet, hat man durch eine hierfür erforderliche Einrichtung des Kastens, welcher sie trägt und auf dem Kopfe des Stollens befestigt ist, von diesem möglichst weit

abgerückt, um die durch den Schuſs zu erzeugenden Punkte des elektrischen Funkens noch auf der Papierhülse zu erhalten. Vielleicht kann in der Folge ein feiner Ueberzug von Wachs, oder ein anderes ähnliches Mittel an Stelle der Papierhülse gute Dienste leisten.

Eine ganz besondere Sorgfalt zeigte sich für die Isolirung der vor der Geschützmündung befindlichen Enden der elektrischen Kette erforderlich. Als Grundsatz bleibt für die Isolirung zu beobachten, daſs dieselbe stark genug seyn muſs, um durch die dem Geschoſs voraneilende Pulverflamme mit Sicherheit nicht bis zu dem Augenblicke zerstört zu werden, in welchem dieſs durch das Geschoſs selbst geschehen soll. Man suchte dieſs dadurch zu erreichen, daſs man theilweise mit Kautschuk, theilweise mit Guttapercha dick überzogene Kupferdrähte anwendete, die Enden derselben kurz vor dem Laden des Geschützes mit erwärmter Guttapercha gut zuklebte und darüber noch, an einem Ende geschlossene, Glasröhren schob. Nach dem Laden brachte man die so vorbereiteten Kettenenden mit einander in eine derartige Berührung, daſs die Kugel ihre Schlieſsung bewirken muſste.

Das zuerst angewendete Stollengeschoſs wog etwas über 1 Pfund und *klemmte sich im Stollenkanale so stark*, daſs man es mit Hülfe der Hand nur unter Anwendung von Gewalt darin hin und her bewegen konnte. War die Leydener Flasche geladen worden und schloſs man demnächst die vor der Geschützmündung befindlichen Kettenenden, so sprang der elektrische Funke aus *beiden*, dem Stahlcylinder gegenüber befindlichen, Spitzen auf diesen über. Beide Punkte, wo dieſs geschehen war, zeigten sich auf die entschiedenste Weise bezeichnet, denn die Papierhülse war in denselben mit einem auſserordentlich feinen Loche durchschlagen und um dieses herum aufgetrieben worden, wie dieſs in einem solchen Falle immer geschieht. Verband man, anstatt beide Kettenenden miteinander, das von der inneren Belegung der Leydener Flasche herkommende mit dem Geschützrohre, so ging der elektrische

Funke durch dieses in den Stahlcylinder und dann in den Theil der elektrischen Kette, welcher sich zwischen diesem und der äufseren Belegung der Leydener Flasche befindet. Hierbei erfolgte der Uebergang zwischen dem Cylinder und der ihm benachbarten Spitze des eben genannten Kettentheils wiederum mit einer sehr bemerkbaren Durchschlagung der Papierhülse. Auch fand man unter dieser Hülse auf dem Stahlcylinder selbst das Einschlagen des elektrischen Funken in denselben durch die hierbei entstehenden Punkte in beiden Fällen genau bezeichnet.

Um die Richtung des Weges, den der elektrische Funke zu nehmen hatte, in eine entgegengesetzte zu verwandeln, wurde auch die innere Belegung der Leydener Flasche, anstatt mit positiver, mit negativer Elektricität geladen, und zeigten sich alsdann die beschriebenen Erscheinungen nicht weniger entschieden.

Hatte man in der angegebenen Weise den Anfang der Bewegung des in den Stollenkanal geladenen Cylinders bezeichnet, und sich gleichzeitig versichert, dafs die Elektricität von hinreichender Wirkung war, so isolirte man die vor der Geschützmündung befindlichen Kettenenden durch das bereits angegebene Zukleben mit erwärmter Guttapercha und Hinüberschieben von Glasröhren über ihren Guttapercha- oder Kautschuküberzug. Das Geschützrohr wurde geladen, diese Kettenenden ein wenig mit einander verschlungen, die Elektrisirmaschine in Thätigkeit gesetzt und dann abgefeuert.

Man überzeugte sich hierbei sehr bald, dafs der Schufs nicht allein die Entladung der Leydener Flasche bewirkte, sondern auch durch diese auf dem aus dem Stollenkanale geschossenen Cylinder die gewünschten Punkte in der entschiedensten Weise wirklich bezeichnete. Diefs geschah mit beiden diesem Cylinder gegenüber befindlichen Spitzen, so dafs der elektrische Funke seinen Weg nicht durch das Geschützrohr genommen haben konnte. Doch würde der Gang der Elektricität durch das Geschützrohr keine andere Folge gehabt haben, als dafs man den vom

Cylinder im Stollenkanale bis zum Augenblicke der Schliefsung der Kette zurückgelegten Weg nur Ein Mal aufgezeichnet gefunden hätte, während man diesen Weg Zwei Mal angegeben erhält, wenn die verlangte Wirkung durch beide Spitzen vor sich gegangen ist.

Unter den dargelegten Umständen ergab sich jedoch der in den Stollenkanal geladene Cylinder, bis zu dem Zeitpunkte der durch den Schufs bewirkten Schliefsung der Kette, darin wiederholt nur um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Zoll vorgerückt. Man brachte hierauf ein Stollengeschofs von 19 Loth Gewicht zur Anwendung und erhielt als diesen Weg 1,03 Zoll.

Von einem Cylinder, der im Stollenkanale keine ganz willige Bewegung zuliefs, hatte man nur Gebrauch gemacht, weil im Augenblicke noch kein anderer zur Hand war. Als man diesen Fehler beseitigt hatte, vergröfserte sich der Weg, den das 1 Pfund schwere Geschofs im Stollenkanale bis zum Augenblicke der Schliefsung der elektrischen Kette zurücklegte, auf 0,90 bis 1,00 Zoll.

Offenbar waren auch diese Wege noch so klein, dafs die eben gedachte Schliefsung nicht durch die Kugel vor sich gegangen seyn konnte, sondern durch das dieser voraneilende Pulvergas bewirkt worden seyn mufste. Abgesehen davon, was man in Folge vorher gemachter Berechnungen erwartete, gab sich dieser Uebelstand durch eine fortdauernde sehr erhebliche Veränderung der erhaltenen Ergebnisse, und noch entschiedener dadurch zu erkennen, als man an Stelle der scharfen Schüsse nur die in einem Kartuschbeutel eingeschlossene Pulverladung von 2 Pfund ins Geschützrohr brachte. Der Weg, welchen in diesem Falle das Stollengeschofs von 1 Pfund bis zum Augenblicke der Schliefsung der elektrischen Kette im Stollenkanal durchlief, betrug nämlich wiederholt nur etwa 0,16 Zoll.

Dafs unter sonst möglichst gleichen Umständen die eben gedachte Schliefsung durch die blinden Schüsse bedeutend früher bewirkt wurde, als durch die scharfen, erscheint darin begründet, dafs bei diesen nur eine geringere

Menge Pulvergas der Kugel vorauszueilen vermag, während dasselbe bei jenen völlig unaufgehalten an die elektrische Kette gelangt.

Gleichzeitig mit den Bemühungen, der zu frühen Schliefsung dieser Kette vorzubeugen, kam eine Veränderung des Stollengeschosses zur Ausführung. Man setzte nämlich dasselbe aus zwei Cylindern von Gufsstahl zusammen, von denen der eine einen Durchmesser von 0,29 Zoll und der andere einen solchen von 0,90 Zoll erhielt. In dem stärkeren befand sich in der Richtung seiner Axe ein Schraubengewinde, in welches der dünnere eingeschraubt wurde. Hierbei hatte man, damit ihre Verbindung mit einander nicht zu starr ausfallen und einem öfteren Abbrechen des dünneren vorgebeugt werden sollte, das Gewinde von diesem etwas schwach gehalten und durch Umhüllen eines Fadens auf die erforderliche Dicke gebracht.

Der aus dem stärkeren Cylinder hervorstehende Theil des schwächeren war 4,20 Zoll lang und wurde vollständig vom Stollenkanale aufgenommen, während der stärkere aufserhalb von diesem seinen Platz in der Art erhielt, dafs er mit dem Ende auf dem Kopfe des Stollens aufsafs und mit seiner Axe möglichst genau in die Verlängerung der Axe des Stollenkanals zu liegen kam. Dieser stärkere Cylinder war beinahe 5 Zoll lang und bei jedem Schusse mit einer neuen darauf passenden Papierhülse überzogen worden, welche man an seinem vom Stollenkanale abgewendeten Ende mittelst eines Drahtbundes befestigt hatte.

Das Gewicht dieses Stollengeschosses betrug mit Papierhülse und Drahtbund 40 Loth.

Auf dem stärkeren Cylinder desselben sollte der elektrische Funke genau in derselben Weise zur Wirksamkeit gelangen, wie bei dem vorher angewendeten Stollengeschosse auf dem Cylinder von 0,29 Zoll Durchmesser.

Um die vor der Geschützmündung befindlichen Enden der elektrischen Kette möglichst gut zu isoliren, überzog man die Drähte, durch welche dieselben gebildet wurden, mit Schellack, um sie demnächst in Holzröhren zu befesti-

gen, die man für diesen Zweck noch mit Pech ausgofs. Diese Holzröhren wurden vor der Geschützmündung so befestigt, dafs beide Kettenenden von der aus dieser gelangenden Kugel gleichzeitig durchschlagen werden mufsten, wenn sie durch das derselben voraneilende Pulvergas nicht schon zerbrochen waren, um hierdurch in demselben Augenblicke die Schliefsung der elektrischen Kette zu bewirken.

Hierbei zeigte es sich, dafs es sehr schwer war, die gedachten Röhren mittelst Pech und Schellack so dicht zu erhalten, dafs sie die Elektricität wirklich absperrten, indem sich bei dem Erstarren dieser Körper sehr leicht feine Kanäle bildeten.

Als Holzröhren von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser den beabsichtigten Erfolg nicht gewährten, brachte man deren von bedeutend gröfserer Stärke in Anwendung. Auch gab man ihnen an der Seite, mit der sie der Geschützmündung zugekehrt wurden, eine keilartige Gestalt, um hierdurch die Kraft zu vermindern, mit welcher das der Kugel voraneilende Pulvergas auf sie einwirkte.

Auch hiermit wurde einer zu frühen Schliefsung der elektrischen Kette nicht vorgebeugt, und geschah diefs selbst alsdann nicht, als man durch in den Erdboden eingeschlagene starke Pfähle den Widerstand, welchen die Holzröhren dem Pulvergase entgegenzusetzen hatten, sehr erheblich zu vergröfsern bemüht war.

Anlangend die Ergebnisse, welche man in der angedeuteten Weise erhielt, so betrug die Länge des Weges, den das Stollengeschofs von 40 Loth Gewicht während des Schusses bis zum Augenblicke der Schliefsung der elektrischen Kette zurückgelegt hatte, 0,70 bis 1,52 Zoll. Will man für das zuletzt gedachte Maafs das Gewicht desjenigen Stollengeschosses berechnen, welches, an die Stelle des 40 Loth schweren gebracht, einen Weg von 4,20 Zoll bis zum Augenblicke der elektrischen Kette durchlaufen haben würde, so erhält man dieses $= \frac{40 \,.\, 1{,}52}{4{,}20} = 14{,}478$ Loth.

Nach

Nach diesen und so manchen anderen fruchtlosen Bemühungen beschlofs man, vor der Geschützmündung das von der inneren Belegung der Leydener Flasche herkommende Kettenende in einem Stück Flintenlauf hinlänglich gut zu isoliren, und von diesem eine kleine Länge, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll, von der Kugel in der Art treffen zu lassen, dafs hierdurch die Zerstörung der Isolirung und die beabsichtigte Schliefsung der elektrischen Kette bewirkt werden mufste. Ob bei dieser Schliefsung der Funke in die Kugel oder den Flintenlauf überspringen werde, erachtete man als ganz gleichgültig, da ihm für beide Fälle der Weg zum Stollengeschosse sehr leicht angewiesen werden konnte.

Nachdem die sich hierauf beziehenden Vorbereitungen beendet waren, wurden Flintenläufe mit den darin isolirten Kettenenden in der vorstehend für die scharfen Schüsse bestimmten Weise zunächst der Einwirkung des blinden Schusses mit 2 Pfund Ladung ausgesetzt, und hierbei zeigte sich, dafs dieselben dieser Einwirkung vollkommen widerstanden. Auch versuchte man an Stelle des Flintenlaufs eine sehr feste Holzröhre von einem Zoll Durchmesser, ebenfalls in der Art, dafs ihr geschlofsnes, der Pulverwirkung zugekehrtes Ende von dieser nur in einer Länge von $\frac{1}{4}$ Zoll angegriffen werden konnte. Der Erfolg war, dafs dieses Ende durch den blinden Schufs vollständig fortgerissen wurde.

Da bei diesen Versuchen, in denen sich eine sehr entschiedene Hoffnung auf das endliche Gelingen der Sache herausgestellt hatte, die Elektricität des schlechten Wetters wegen ihre Dienste versagte, blieb deren Anwendung auf die nachfolgenden Tage ausgesetzt, und die Beobachtungen, welche man alsdann anzustellen Gelegenheit fand, waren hauptsächlich die nachstehenden:

Die Vorrichtung, welche man zur Befestigung der Flintenläufe vor der Geschützmündung auf dem Kopfe des Kanons angebracht hatte, bestand aus Holz und Eisenwerk. Mit diesem war man dem Geschützrohre selbst so nahe

gekommen, dafs bei der Zerstörung der im Flintenlaufe befindlichen Isolirung der elektrische Funke seinen Weg nicht mehr in der von diesem nach dem Stollengeschosse geführten besonderen Leitung nahm, sondern es stets vorzog, durch das Geschützrohr selbst in diefs Geschofs zu gehen, um von hier aus in das nach der äufseren Belegung der Leydener Flasche führende Kettenende überzuspringen. Der Erfolg war, dafs man auf dem Stollengeschosse nicht eine zweimalige Messung desjenigen Weges erhielt, den dasselbe während des Schusses bis zur Schliefsung der elektrischen Kette zurücklegte, sondern nur eine einfache. Wie aber schon weiter oben bemerkt worden ist, konnte man diese Erscheinung für den Erfolg der Sache als ganz ohne Nachtheil betrachten.

Hinsichtlich der auf verschiedene Weise zum Versuche vorbereiteten Flintenläufe ergab sich, dafs diejenigen, welche nicht an dem Ende, welches von der Kugel gestreift werden sollte, mit einer hinlänglich starken Eisenplatte so fest vernietet waren, dafs die dahinter befindliche Isolirung dem Drucke des der Kugel voraneilenden Pulvergases völlig entzogen blieb, jederzeit eine zu frühe Schliefsung der elektrischen Kette zuliefsen. Insbesondere war diefs der Fall, als man den Versuch machte, das dem Schusse zugekehrte Ende des Flintenlaufs mit Holz oder Gyps zu verschliefsen. Auch zeigte sich für die an diesem Ende zugenieteten Flintenläufe eine Länge von 5 Zoll als ungenügend, indem bei dieser eine zu frühe Schliefsung der elektrischen Kette durch das der Kugel voraneilende Pulvergas über den Lauf hinweg an dessen von der Geschützmündung abgewendeten Ende noch bewirkt werden konnte.

Diejenigen Versuche nicht in Betracht genommen, bei denen wegen *der vorstehend angegebenen Mängel* die elektrische Kette offenbar zu früh geschlossen war, erhielt man die nachfolgenden Ergebnisse.

(Jeder Flintenlauf war mindesten 10 Zoll lang und auf 2,1 Zoll vor der Geschützmündung in der Richtung senk-

recht auf die Seelenaxe so befestigt, dafs sein zugenietetes Ende dem Streifen durch die Kugel in einer Länge von ¼ Zoll preisgegeben war).

Tag des Versuchs September 1853	Art des Schusses.	Gewicht des Stollengeschosses. Loth.	Weg desselben während des Schusses bis zur Schliefsung der elektrischen Kette. Zoll.	Hätte das Stollengeschofs im Stollenkanale bis zu diesem Zeitpunkt einen Weg von 4,20 Zoll zurückgelegt, so müfste sein Gewicht betragen haben. Loth.
13	scharfer zu 2 Pfd. Ladung in gewöhnlichen Kartuschen	39,4417	2,27	21,2697
15	do.	40,0000	2,09	19,9048
»	do.	do.	2,18	20,7619
17	do.	do.	2,175	20,7143
13	scharfer zu 2 Pfd. 5 Loth in verlängerten Kartuschen	39,4417	2,27	21,2697
15	do.	40,0000	2,12	20,1905
»	do.	do.	2,225	21,1905
17	do.	do.	2,17	20,6667
12	scharfer zu 2 Pfd. Ladung in verlängerten Kartuschen	40,0000	2,16	20,5714
13	do.	39,4417	2,19	20,5660
15	do.	40,0000	2,14	20,3810
»	do.	do.	2,18	20,7619
17	do.	do.	2,20	20,9524
»	do.	do.	2,135	20,3333
»	do.	do.	2,16	20,5714

Man erhält daher im Mittel als das Gewicht eines Stollengeschosses, welches mit seiner hinteren Fläche im Stollenkanale einen Weg von 4,20 Zoll zu durchlaufen erhalten mufs, um diesen in Folge der Einwirkung des Schusses in demselben Augenblicke zu verlassen, in welchem die Kugel so eben aus der Geschützmündung hinaustritt, und den Flintenlauf streift:

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfd. Pulverladung in gewöhnlichen Kartuschen 20,6627 Loth,

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfd. 5 Lth. Pulverladung in verlängerten Kartuschen 20,8293 Loth,

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfd. Pulverladung in verlängerten Kartuschen 20,6168 Loth,

oder im Mittel für alle drei Arten von Schüssen ein Gewicht von 20,7029 Loth.

Hierbei verdient noch hervorgehoben zu werden, dafs man, als nach den Ergebnissen der vorangegangenen Tage keine zu frühe Schliefsung der elektrischen Kette mehr erwartet wurde, diese Erscheinung am 17. September, an welchem 9 Schüsse erfolgten, dennoch vier Mal zu beobachten Gelegenheit erhielt. Diefs war *alsbald so entschieden der Fall*, dafs der Weg, den das Stollengeschofs bis zu dieser Schliefsung zurücklegte, noch weit *weniger als die Hälfte* desjenigen betrug, den es bei den vorstehend dargelegten Ergebnissen zurückgelegt hatte.

Als die Ursache hiervon erkannte man die Art, wie die Glasröhren, in denen sich das von der inneren Belegung der Leydener Flasche herkommende Ende der elektrischen Kette isolirt befand, im Flintenlaufe festgelegt worden war.

Man hatte nämlich diese Glasröhren, ehe man sie in den Flintenlauf brachte, zunächst mit Baumwolle bewickelt, um ihnen darin ein elastisches Lager zu ertheilen, hierauf jedoch die Elasticität dieses Lagers durch die Anwendung einer Gypsverkittung an demjenigen Ende des Laufs beseitigt, an welchem sie aus demselben hervorstanden. Hierdurch war an dieser Stelle zwischen Glasröhre und Flin-

tenlauf eine starre Verbindung entstanden, in Folge deren sie der, durch den Schufs veranlafsten Erschütterung des Geschützes selbst, an welches der Flintenlauf seinerseits ebenfalls starr befestigt war, nicht immer zu widerstehen vermochte. Ihr vorzeitiges Zerbrechen würde sehr wahrscheinlich nicht vorgekommen seyn, wenn man diese starre Verbindung vermieden hätte; jedenfalls aber erscheint es in dieser Hinsicht sehr rathsam, das in die Glasröhre zu bringende Kettenende aus einem mit Guttapercha oder einer Kautschukröhre überzogenen Drahte bestehen zu lassen, welcher von diesem Ueberzuge dem zugeschmolzenen Ende der Glasröhre gegenüber befreit bleibt, indem diese, wie man sich noch nachmals durch die Anwendung *mehrerer blinden Schüsse* vollständig überzeugt hat, in Folge der durch den *Schufs hervorgebrachten Erschütterung des Geschützes nur* an dem Ende des Flintenlaufs zerbricht, wo sie aus diesem heraustritt, an dem anderen Ende desselben, nämlich dem, dem Schusse blofsgegebenen aber jederzeit ganz unversehrt bleibt. Auch wird, wenn das vorzeitige Zerbrechen der Glasröhre auch nicht bei jedem Schusse zu vermeiden seyn sollte, dasselbe alsdann als kein wesentlicher Nachtheil zu betrachten seyn, wenn es sich, wie im vorliegenden Falle, in den erhaltenen Ergebnissen sofort in einer sehr entschiedenen Weise zu erkennen giebt.

Um auf *rein theoretischem* Wege die Ergebnisse zu bestimmen, zu denen man so eben auf dem Wege der Erfahrung gelangt ist, hatte man schon bei der Entwerfung der Grundlagen für die vorliegend beschriebenen Versuche die nachfolgenden Betrachtungen angestellt, und zwar in der Absicht, mit ihrer Hülfe und des aus dem Stollenkanal gegen das davor aufgestellte Gewehr-Recepteurpendel auszuführenden Schiefsens, diejenigen Wege und Geschwindigkeiten *wenigstens annähernd richtig berechnen* zu können, welche von der Pulverladung während der verschiedenen Zeittheile ihrer Wirksamkeit der von ihr fortge-

triebenen *Kugel innerhalb des Geschützrohrs* ertheilt worden sind.

Es sey:

der Durchmesser der Kugel $= D$,

der Durchmesser des in den Stollenkanal kommenden Cylinders des Stollengeschosses $= d$,

das Gewicht der Kugel $= p$,

das Gewicht des Kugelspiegels $= q$,

das Gewicht der Pulverladung mit Einschlufs des Kartuschbeutels $= u$,

das Gewicht des Stollengeschosses $= z$,

der Weg der Kugel innerhalb des Geschützrohrs $= L$,

die von ihr darin erlangte Geschwindigkeit $= V'$,

der Weg des Stollengeschosses innerhalb des Stollenkanals $= l$, und

die ihm darin ertheilte Geschwindigkeit $= v'$.

Von der Stelle aus, wo der Stollenkanal in die Seele des Geschützrohrs mündet, werden sowohl in jenem, als in dieser durch die Pulverkraft verschiedene Massen in Bewegung gesetzt. Diese sind:

im Stollenkanal

das demselben angehörige Geschofs vom Gewicht $= z$ und aufserdem eine so geringe Menge Pulvergas, dafs man dasselbe, seinem Gewichte nach, als unerheblich aufser Acht zu lassen berechtigt seyn dürfte.

Dagegen werden in der *Seele des Geschützrohrs* nach dessen Mündung hin getrieben:

die Kugel und der Kugelspiegel mit einer beiden gemeinschaftlichen Geschwindigkeit, so wie die gesammte Pulverladung, diese aber nur mit einer Geschwindigkeit, welche etwa die Hälfte der vorigen betragen mag.

Stellt man sich nämlich die Masse der sich in Gas etc. auflösenden Pulverladung stets in ihrem Schwerpunkte vereinigt vor, so kann man annehmen, dafs sich dieser mindestens nahehin stets in dem Mittelpunkte desjenigen Theils der Seele befinden werde, welcher einerseits von deren Boden und andererseits von der in Bewegung begriffenen

Kugel begränzt wird, und es ist klar, dafs sich dieser Mittelpunkt mit der Hälfte der Geschwindigkeit der Kugel fortschreitend bewegt.

Berechnet man jetzt für die im Stollenkanale und Geschützrohre selbst fortgetriebenen Massen die Momente der Bewegung, so erhält man das sich auf jene beziehende $= z \,.\, v'$, und das der Massen in der Seele des Geschützrohrs $= (p + q)\, V' + u \,.\, \frac{V'}{2} = \left(p + q + \frac{u}{2}\right) V'$.

Ferner ergiebt sich die Gröfse der Fläche, in welcher das Stollengeschofs von der Pulverkraft angegriffen wird, $= \frac{d^2}{4}\pi$, und die Gröfse der Fläche, in welcher *die Kugel* in der Richtung *parallel mit der Axe der Seele* den Angriff der Pulverkraft zu erleiden hat, $= \frac{D^2}{4}\pi$. Auch kann diese Fläche derjenigen als gleich angenommen werden, gegen welche man die in der Seele des Geschützrohrs an der Stelle, wo der Stollenkanal in diese mündet, thätige Pulverkraft wirksam zu denken hat, *um den Kugelspiegel und die dahinter befindliche Pulvermasse* in der Richtung der Axe der Seele fortzutreiben, indem es um so weniger lohnend erscheint, in der Gröfse dieser Flächen einen Unterschied zu machen, als die Kugel bei weitem den gröfsten Theil der hier in Betracht kommenden Massen bildet und man die Geschwindigkeit des durch den Spielraum entweichenden Pulvergases aufser Rechnung zu lassen genöthigt ist.

Diesen Festsetzungen gemäfs erhält man das in jedem Augenblicke der Dauer des Schusses durch die in *der Nähe des Stollenkanals* im Geschützrohr thätige Pulverkraft *gegen die Flächeneinheit* bereits erzeugte Moment der Bewegung:

1) im Stollenkanal in der Richtung von dessen Axe $= \frac{Z \,.\, v'}{\frac{d^2}{4} \,.\, \pi}$, und

2) in der Seele des Geschützrohrs in der Richtung ihrer

$$\text{Axe} = \frac{\left(p + q + \frac{u}{2}\right) V'}{\frac{D^2}{4} + \pi}.$$

In beiden Richtungen aber mufs die gegen *die Flächeneinheit* erzeugte Wirkung dieselbe Gröfse erhalten; daher wird:

$$\frac{z \cdot v'}{\frac{d^2}{4} \cdot \pi} = \frac{\left(p + q + \frac{u}{2}\right) V'}{\frac{D^2}{4} \cdot \pi} \text{ und}$$

$$z = \left(p + q + \frac{u}{2}\right) \frac{d^2}{D^2} \cdot \frac{V'}{v'}.$$

Wird in dieser Formel $V' = v'$ gesetzt, so liefert dieselbe dasjenige Gewicht z des Stollengeschosses, bei welchem dasselbe, so lange es den Stollenkanal noch nicht verlassen hat, in jedem beliebigen Augenblicke eine eben so grofse *Geschwindigkeit* empfangen hat, als die im Geschützrohre fortgetriebene Kugel selbst. Man hat also in diesem Falle:

$$z = \left(p + q + \frac{u}{2}\right) \frac{d^2}{D^2}.$$

Bei den ausgeführten Versuchen ergiebt sich aber der hier bestimmte Werth von z:

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfund Ladung in gewöhnlichen und verlängerten Kartuschen:

$$z = (230{,}875) \frac{0{,}29^2}{3{,}50^2} = 1{,}58503 \text{ Loth},$$

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfund 5 Loth Ladung in verlängerten Kartuschen:

$$z = (233{,}375) \frac{0{,}29^2}{3{,}50^2} = 1{,}60221 \text{ Loth, und}$$

für die scharfen Schüsse zu $1\frac{3}{4}$ Pfund Ladung in gewöhnlichen Kartuschen:

$$z = (226{,}750) \frac{0{,}29^2}{3{,}50^2} = 1{,}55671 \text{ Loth}.$$

Ueberdiefs sind diese Gewichte diejenigen, bei deren Anwendung für das Stollengeschofs dasselbe im Stollenkanale in gleichen Zeiten eben so grofse *Wege* zurücklegt, als die Kugel in der Seele des Geschützrohrs. Werden daher dieselben bei jeder Art von Schüssen in der 17. und 18. Verticalspalte der beigefügten Tabelle an die Stelle des dort gebrauchten Werths von 1,31814 Loth gesetzt, so müssen sich in diesen Spalten, wenn die so eben auseinandergesetzte Theorie sich bewährt, die der Kugel im Geschützrohr während des Schusses wirklich angehörigen Geschwindigkeiten und Wege ergeben.

Wird jetzt beabsichtigt, das Stollengeschofs vom Gewicht $z = \left(p + q + \frac{u}{2}\right)\frac{d^2}{D^2}$, welches mit der im Geschützrohre fortgetriebenen Kugel während des Schusses seinerseits im Stollenkanale gleiche Geschwindigkeiten erlangt und gleiche Wege zurücklegt, durch ein anderes vom Gewicht z' zu ersetzen, welches anstatt des von jenem zu durchlaufenden Weges $= L$ den Weg l durchlaufen soll, so ist schon in den zur beigefügten Tabelle gegebenen Erläuterungen auseinandergesetzt worden, dafs sich alsdann verhalten mufs:

$$z : z' = l : L,$$

so dafs sich ergiebt:

$$z' = \frac{z \cdot L}{l} = \left(p + q + \frac{u}{2}\right)\frac{d^2}{D^2} \cdot \frac{L}{l}.$$

Wird in dieser Formel $L =$ der Länge des von der Kugel im Geschützrohr bis an dessen Mündung zurückzulegenden Weges, und $l =$ der Länge des dem Stollengeschosse vom Gewicht z' im Stollenkanale angewiesenen Weges, so ersieht man, dafs der so eben für z' erhaltene Werth das Gewicht desjenigen Stollengeschosses liefern mufs, bei dem dasselbe seinerseits den Stollenkanal in demselben Augenblick verläfst, in dem die Kugel aus der Geschützmündung geht. Dieser Werth ergiebt sich aber bei den ausgeführten Versuchen:

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfund Ladung in gewöhnlichen Kartuschen $= 1{,}58503 \cdot \frac{53{,}074}{4{,}20} = 20{,}029$ Loth,

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfund 5 Loth Ladung in verlängerten Kartuschen $= 1{,}60221 \cdot \frac{51{,}529}{4{,}20} = 19{,}657$ Loth,

für die scharfen Schüsse zu 2 Pfund Ladung in verlängerten Kartuschen $= 1{,}58503 \cdot \frac{51{,}980}{4{,}20} = 19{,}617$ Loth,

für die scharfen Schüsse zu $1\frac{3}{4}$ Pfund Ladung in gewöhnlichen Kartuschen $= 1{,}55671 \cdot \frac{53{,}463}{4{,}20} = 19{,}816$ Loth.

Die hier erhaltenen Gröfsen weichen so unerheblich von einander ab, dafs es jedenfalls höchst schwierig erscheinen mufs, die desfallsigen Unterschiede auf dem Wege des Versuchs festzustellen; nimmt man aus ihnen *für die drei ersten Arten* von Schüssen das Mittel, so erhält man als solches:

»das Gewicht von 19,768 Loth.«

Das weiter oben auf dem Wege des Versuchs bestimmte desfallsige Mittel betrug aber:

20,7029 Loth.

Der geringe Unterschied zwischen jenem und diesem Ergebnisse erscheint um so überraschender, einerseits, weil gerade die zuletzt dargelegte Theorie es ist, welche auf dem Wege der Erfahrung ihrer Berichtigung oder Bestätigung bedarf, und andererseits weil es noch nicht erlaubt seyn kann, den für diesen Zweck bis jetzt gewonnenen Erfahrungen jenes Maafs von Zuverlässigkeit beizulegen, das man ihnen in der Folge zu geben, nach den bis zum gegenwärtigen Augenblicke erhaltenen Ergebnissen, eine begründete Hoffnung hegen darf, und endlich auch kleine Messungsfehler auf das theoretisch bestimmte Mittel Einflufs gehabt haben können.

Die Bestimmung der Geschwindigkeit, mit welcher die Kugel die Geschützmündung wirklich verläfst, kann jetzt in nachstehender Weise erfolgen:

Ist z' das so eben erhaltene Gewicht desjenigen Stollengeschosses, welches den Stollenkanal auf dem Wege l in demselben Augenblicke durchlaufen hat, in dem die Kugel auf dem Wege L aus der Geschützmündung gelangt ist, so ermittele man mit Hülfe des vor dem Stollenkanale aufgestellten ballistischen Pendels die Geschwindigkeit v', mit der es aus diesem Kanal getrieben worden ist, während man l und L durch unmittelbare Messung erhält. Auch sey V' zu der von der Kugel an der Geschützmündung erlangten Geschwindigkeit geworden, und es wird alsdann:

$$z' = \left(p + q + \frac{u}{2}\right) \frac{d^2}{D^2} = \frac{V'}{v'} = \left(p + q + \frac{u}{2}\right) \frac{d^2}{D^2} \cdot \frac{L}{l},$$

$$\frac{V'}{v'} = \frac{L}{l},$$

$$V' = \frac{L}{l} \cdot v'.$$

Endlich ist zu ersehen, dafs man L jeden beliebigen Weg bedeuten lassen kann, den die Kugel innerhalb des Geschützrohrs zurückgelegt hat, und dafs alsdann die Bestimmung der Geschwindigkeit, welche ihr nach Durchlaufung desselben mitgetheilt ist, genau in der so eben dargelegten Art vor sich geht. Doch würde man in diesem Falle, wenn man sich nicht begnügen will, das Gewicht z des hierbei in Betracht kommenden Stollengeschosses theoretisch zu berechnen und nöthigenfalls nach den vor der Geschützmündung unter Anwendung der elektrischen Kette gemachten Erfahrungen zu berichtigen, das Geschützrohr an der betroffenen Stelle seitwärts durchbohren müssen, um hier die eben gedachte Kette in ganz ähnlicher Weise in Thätigkeit setzen zu können, wie diefs für den Punkt vor der Geschützmündung beschrieben worden ist.

Die vorliegend mitgetheilten Versuche dürften die ersten seyn, durch welche dargethan wird, dafs es möglich sey, die bei dem Gebrauche eines Geschützrohrs innerhalb desselben von der Pulverladung ausgeübten Wirkungen, sowohl ihrer Gröfse, als ihren Gesetzen nach, thatsächlich

zu messen. Auch wird man um so weniger daran denken dürfen, dieselben ruhen zu lassen, als die tief in das innere Wesen der Waffe eingreifenden Fragen, *durch welche dieselben hervorgerufen worden sind,* noch ihrer Lösung harren, und es zur Zeit noch keine anderen Wege giebt, diese Lösung herbeizuführen.

Berlin, den 21. September 1853.

Nachtrag.

Während der vorliegende Aufsatz gedruckt wurde, ist der in demselben angedeutete Versuch: »das bereits benutzte Kanonrohr mit einem zweiten, dem darin schon vorhanden gewesenen *genau* gleichen und *genau* gegenüberliegenden, Stollenkanale zu versehen und aus jedem ein, auf 12 Fufs 10 Zoll davor aufgestelltes ballistisches Pendel mit *einem und demselben* Schusse anzuschiefsen,« wirklich zur Ausführung gekommen. Das eine dieser Pendel war 6 Fufs lang und 96¾ Pfd. schwer, während das andere eine Länge von 9 Fufs und ein Gewicht von 172⅔ Pfund besafs. Die dem Schusse ausgesetzte Füllung des Recepteurs bestand bei jedem von ihnen auf eine Tiefe von 3 Zoll aus einer Mischung von Talg und Wachs, und darunter aus Holzscheiben. Auch war bei den Schüssen mit Stollengeschossen ohne Kopf, und zwar nur bei diesen, über der eben gedachten Mischung noch eine Holzplatte befestigt worden.

Der Zweck dieses Versuchs war zunächst nur, die Vergleichung der Angaben beider Pendel für dieselben Schüsse und einander möglichst gleiche Stollengeschosse, eine Vergleichung, die dadurch eine erhöhte Wichtigkeit gewann, weil die erforderliche Uebereinstimmung dieser Angaben, wegen der angeführten *sehr verschiedenen Eigenthümlichkeit* der in Thätigkeit gesetzten Pendel, höchst wahrscheinlich nur nach Maafsgabe der *absoluten Richtigkeit* der erhaltenen Ergebnisse zum Vorschein kommen konnte.

Es zeigte sich zunächst das 9 Fufs lange Pendel der Einwirkung der blofsen Explosion des Schusses erheblich

mehr ausgesetzt, als das 6 Fufs lange. Man machte hierauf vor der in der Pendelbaracke befindlichen Oeffnung, durch welche das Stollengeschofs seinen Weg zum Recepteur nehmen mufs, einen nach allen Seiten geschlossenen Vorbau, welcher seinerseits dem Stollenkanale gegenüber eine möglichst kleine Oeffnung, und an der der Geschützmündung abgewendeten Seite eine grofse Thüre erhielt. Diese sowohl, als die vom Stollengeschosse nach dem Recepteur hin zu durchlaufenden beiden Oeffnungen blieben während des Schusses *ungeschlossen* und war in dieser Art die Einwirkung seiner Explosion gegen das Pendel auch in Bezug auf das 9 Fufs lange in erwünschtem Maafse beseitigt worden.

Es zeigte sich ferner, dafs der Widerstand, den der Schieber des Gradbogens der Bewegung des Pendels entgegensetzt, ein keineswegs ganz unerheblicher ist. Man setzte deshalb bei jedem Schusse den hiervon betroffenen Gradbogen ganz aufser Thätigkeit, während man das vom Stollengeschosse getroffene Pendel, mittelst einer nach *abwärts* zeigenden feinen Spitze, in der Talgfüllung des andern Gradbogens eine, nur etwa 0,01 Zoll tiefe mit Bestimmtheit erkennbare, Rinne reifsen liefs.

In dieser Art wurde der Versuch in einem sehr ausgedehnten Maafsstabe durchgeführt, nämlich: mit scharfen Schüssen zu 2 Pfd. Pulverladung in gewöhnlichen und verlängerten Kartuschen und zu 2 Pfd. 5 Loth in verlängerten, unter Anwendung der Stollengeschosse mit Kopf: »von 6, 12 und 20 Loth,« und der ohne Kopf: »von 3 Loth und $\frac{3}{4}$ Loth,« in der hier aufgeführten Reihenfolge.

Diese Versuche gingen sehr leicht und in höchst erfreulicher Weise von Statten, indem man für sämmtliche Stollengeschofsarten Ergebnisse erhielt, die ebensowohl in den Angaben beider Pendel eine ganz befriedigende Uebereinstimmung, als auch für die vorliegend vor Augen gelegten Ergebnisse merkwürdiger Weise ein noch höheres Maafs von Zuverlässigkeit, selbst für die Stollengeschosse mit Kopf, erkennen lassen, als man ihnen beizulegen ge-

neigt gewesen ist. Ganz sachgemäfs ist jedoch bei allen drei Arten von Schüssen, wegen der besonders an der Stelle des sogenannten Kugellagers in Folge sehr vieler Schüsse entstandenen Erweiterung der Seele des benutzten Geschützrohrs (bis zu 0,05 Zoll), in der Wirkung der $\frac{3}{4}$löthigen Stollengeschosse eine verhältnifsmäfsig sehr merkliche Verminderung eingetreten. Auch bleibt schliefslich noch die gleichzeitige Anwendung zweier Pendel von noch zulässig sehr verschiedener Eigenthümlichkeit nicht allein für die Güte der auszuführenden Versuche selbst, sondern auch noch in sofern für die Theorie der ballistischen Pendel überhaupt als ein *höchst entschiedener Fortschritt* zu bezeichnen, als man von diesen immer *nur vergleichsweise richtige Ergebnisse* zu erwarten geneigt gewesen ist, und über jeden begangenen Fehler oder jede auf die Ergebnisse einwirkende Zufälligkeit sofort einen erwünschten Aufschlufs erhält.

Berlin, den 21. November 1853.

(Hierzu die nebenstehende Tabelle.)

eines im Jahre 1r bei Anwendung gewöhnlicher und

Gewicht des aus dem Stollenkanal geschossenen Cylinders $= P$ und das des nächst leichteren $= p$	*Weg*, den er darin zurückgelegt hat $= \lambda$	Der Cy traf Pend — mit dem *Moment* der *Bewegung*	…erkraft (Gasspan- Seele hinter der gedachten Zeit — …len …rat- = 3,14159	in Atmosphären, jede zu 15 Pfd. auf den Quadrat-Zoll	*Zeit*, in welcher die Pulverkraft den Cylinder aus dem Stollenkanal getrieben hat $= t+(T-t) = T$	Hätte die gegen den Cylinder thätig gewesene Pulverkraft in jedem Augenblick ihrer Wirksamkeit mit genau derselben Anzahl von Atmosphären, wie diefs gegen den Cylinder geschehen ist, gegen eine Kugel von 3,50″ Durchmesser und 6 Pfd. Gewicht eingewirkt, so würde diese in der Zeit T erlangt haben — die *Geschwindigkeit* $= V \cdot \frac{P}{1,31814}$	auf dem *Wege* $= \lambda \cdot \frac{P}{1,31814}$
Loth		Ffs. Pfd.	…d	Atmosphären	Sekunden	Fufs	Zoll
1	2	3		15	16	17	18
0,75995	4,20	19,3115					
		19,492	,0	737,70	0,00085293	473,17	2,4214
1,46271	3,14	23,7854	langer Kartuschen*).				
1,09355	4,20	24,006	7,6	868,50	0,00102072	582,78	3,4845
1,471875	3,14	24,628	langer Kartuschen.				
1,10050	4,20	24,856	3,0	1030,86	0,00102086	603,43	3,5062
			artuschen.				
1,48012	4,20	29,979	5,9	1231,12	0,00117734	727,79	4,7161
1,48012	4,20	29,979	,1	1092,08	0,00117234	727,79	4,7161
			en die nachfolgend angegebenen *Zeiten* sämmtlich um mtlich ungeändert bleiben.				
2,19169	4,20	34,4695	3,3	600,22	0,00141386	836,80	6,9834
2,94225	4,20	41,190					
		41,573	,3	1062,1	0,00162977	1009,30	9,3747
4,52372	4,20	49,839	5,6	705,11	0,00200822	1209,9	14,414

*) Im Allgemeinen si… …en erhalten hat.

**) Die *Mitnahme* im… da die hierdurch bewirkte Störung des Gesetzes, nach welchem die Pulve… ist um so erheblicher ausgefallen, da der Unterschied der Gewichte in d…12 — 1,10050 = 0,37962 Loth) bereits sehr klein ist. In dieser Hinsicht …en Unterschiede angenommen werden, dafs aber auch, wenn diefs in eine…u bestimmenden Ergebnisse alsdann um so schädlicher wird, so dafs man …ssenden Mittelweges die gebührende, nicht schwer zu erfüllende, Rücksic…

…t … s) ·v … len	*Mittlere Gröfse der Pulverkraft* (Gasspannung) in dem Raume der Seele hinter der Kugel während der eben gedachten Zeit $T-t$: gegen den Cylinder selbst $= \frac{(V-v)P}{(T-t)31,2648} = K =$ Pfund	auf den Quadrat-Zoll $= k = \left(\frac{0,29}{2}\right)^2 . 3,14159$ Pfund	in Atmosphären, jede zu 15 Pfd. auf den Quadrat-Zoll Atmosphären	*Zeit*, in welcher die Pulverkraft den Cylinder aus dem Stofskanal getrieben hat $= t+(T-t) = T$ Sekunden	Hätte die gegen den Cylinder thätig gewesene Pulverkraft in jedem Augenblick ihrer Wirksamkeit mit genau derselben Anzahl von Atmosphären, wie diefs gegen den Cylinder geschehen ist, gegen eine Kugel von 3,50″ Durchmesser und 6 Pfd. Gewicht eingewirkt, so würde diese in der Zeit T erlangt haben: die *Geschwindigkeit* $= V.\frac{P}{1,31814}$ Fufs	auf dem *Wege* $\lambda . \frac{P}{1,31814}$ Zoll
	13	14	15	16	17	18

:u 2 Pfund Pulverladung.

385	391,44	5924,4	394,96	0,00115385	342,79	2,3731
699	443,90	6720,4	448,03	0,00160084	493,38	4,6157
214	268,84	4070,1	271,34	0,00229298	634,60	9,3001
296	180,27	2729,3	181,95	0,00364594	819,72	21,106
490	69,425	1051,0	70,07	0,00534084	909,04	38,687
319	83,089	1257,9	83,86	0,00719403	1025,9	60,201
922	48,370	732,3	48,82	0,00901325	1093,6	83,325

II. *Erläuterung einer graphischen Methode zur gleichzeitigen Darstellung der Witterungserscheinungen an vielen Orten, und Aufforderung der Beobachter das Sammeln der Beobachtungen an vielen Orten zu erleichtern; vom Prof. Buijs-Ballot in Utrecht.*

Vielleicht wundert es Diesen oder Jenen, dafs gerade von mir eine graphische Methode angekündigt wird, da ich doch immer die Zahlen selbst über ihre bildliche Darstellung gepriesen habe. Man wird aber zugeben, dafs ich der gewöhnlichen graphischen Methode ihre Ehre gelassen habe; durch sie kann man einem Jeden übersichtlich machen, was sonst nur dem Meteorologen vom Fach deutlich wird; und schon darum verdient sie überall gebraucht zu werden, wo man popularisiren will, und die grofsen Unkosten nicht scheut. Aber ich habe ihr noch mehr Ehre zugestanden, mehr als Jemand immer explicite zu ihren Gunsten gesagt hat. »Sie sey darum, so heifst es, in den Fortschritten der Physik von hohem Werthe und beliebt geworden, da man unbewufst in der bildlichen Darstellung etwas angedeutet hat, was in den ursprünglichen Zahlen nicht so sichtbar vorhanden ist: *die Abweichungen.*« Ich glaube in dieser Abhandlung am besten die neue Methode erläutern und zum allgemeinen Gebrauch empfehlen zu können, wenn ich zeige:

I. Wie man historisch und rationell zu der neuen Methode gelangt ist.

II. Worin sie eigentlich sich von den älteren unterscheidet, in einem Beispiele verdeutlicht.

III. Dafs es wünschenswerth und möglich sey, sie auf die ganze Erde auszubreiten.

IV. Welche Fehler noch an der Veröffentlichungsweise der meteorologischen Beobachtungen zu entfernen sind, um dazu leicht gelangen zu können.

V. Wie diese Fehler zu beseitigen seyen.

I. Bei der bisher gebräuchlichen graphischen Methode zieht man schon in Gedanken die geraden oder weniger gekrümmten Linien, welche den mittleren Zustand, sey er nun der Temperatur oder des Luftdrucks oder einer anderen Erscheinung, vorstellen. Ist diese Zeichnung nur auch im Gedanken gemacht, so treten doch die Theile der graphischen Linien, welche darüber sich erheben, als positive, die anderen, welche darunter bleiben, als negative Abweichungen, sogleich vor den Geist, nicht allein in Richtung, sondern auch einigermafsen in Gröfse. Hat man nun, wie beim Erdmagnetismus zuerst und am besten geschehen, die graphischen Resultate von verschiedenen Orten auf einem Blatte vor sich, so sieht man auch, wie die Abweichungen von einem nach dem anderen Orte fortgerückt sind.

Wenn nun aber auch hierdurch die graphische Darstellung vor den ursprünglichen Zahlen etwas voraus hat, so steht sie doch auf der anderen Seite gegen meine Methode, die Abweichungen in Zahlen zu geben, und deren Sinn durch die Zeichen + und — zu unterscheiden, weit zurück. Denn diese hat erstens den Vorzug der weit geringeren Kostspieligkeit, und zweitens der der gröfseren, beinahe vollkommenen und nach einigen Jahren ganz absoluten Genauigkeit. Da nämlich die mittleren Werthe eines jeden Instruments, für jetzt schon des Thermometers und Barometers, für einen jeden Ort ziemlich gut bekannt, und von mir in einer Normaltabelle für jeden Tag des Jahres nebeneinander gestellt sind, so hat man diese nur von dem beobachteten Werthe eines jeden bestimmten Tages abzuziehen. Mit dem Verlaufe der Jahre wird eben durch diese Abweichungen unsere Kenntnifs genauer, und so kann man die vorigen Differenzen berichtigen, die folgenden mit einem Male genau hinsetzen.

Nicht leicht werden für einen Tag die Unsicherheiten der Temperatur über einen halben Grad C., und die des Barometerstandes über ein halbes Millimeter gehen. Gingen sie aber auch über einen ganzen Grad C. und über ein

ein ganzes Millimeter, so würde sich doch das Zeichen der Abweichungen noch sehr selten dadurch ändern und also der Eindruck, den der Anblick der Abweichungen gewährt, derselbe bleiben, wie man sich davon aus dem Ueberblicke meiner Meteorologischen Beobachtungen in den Niederlanden, 1852, überzeugen kann. Es ist auch zu bedenken, dafs die Abweichungen durch eine schlechte Aufstellung der Instrumente nicht unsicherer werden, wenn nur die mittleren Werthe mit denselben Instrumenten in der nämlichen Stellung bestimmt sind, oder das neue Instrument in Bezug auf das alte und dessen Aufstellung bekannt ist.

Wenn ich so die Methode der Abweichungen vertheidige und rühme, so will ich doch nicht sie allein preisen und andere geringschätzen; nur mufs ich aufs Bestimmteste darauf dringen, dafs man Alles mittheile, was man selbst oder ein Anderer brauchen würde, um sie berechnen zu können: *die mittleren Werthe von früheren Jahren für jeden Tag des Jahres und die ursprünglichen Beobachtungen der vergangenen Jahre, besser noch des eben verflossenen Monats.*

Nie sollte man vergessen, dafs man aus diesen Werthen Alles andere, was man zu wissen wünscht, berechnen kann, aber nie das Geringste von diesem aus mittlerem Werthe von gröfseren Perioden.

Die Lehre der atmosphärischen Erscheinungen umfafst zwei besondere Theile: *die Klimatologie und die Meteorologie im engeren Sinne.* Für die Klimatologie ist die Kenntnifs der Abweichungen nicht nöthig; für die Meteorologie kann man ihrer nicht entbehren.

Die Klimatologie umfafst die Lehre, wie an einem gegebenen Orte alle atmosphärischen Zustände im Laufe des Jahres und des Tages durchschnittlich sich ändern; auch die Lehre, wie die Orte von gleichem Klima und specieller von gleichem Gange dieses oder jenes Instrumentes über die Erde verbreitet sind. Zu ihrer Kenntnifs vernachlässigt man die Abweichungen, es müfste denn seyn, dafs man die Orte zu verbinden suchte, wo gleiche Ab-

weichungen vorkommen, wie dieses Hr. Dove in seinen Isanomalen gethan hat.

Die Meteorologie besteht aus drei Theilen: sie hat erstens den Zusammenhang der verschiedenen Zustände zu erklären; hat zweitens zu begründen, warum die klimatischen Verhältnisse so und nicht anders sind, d. h. wie die Zustände an einem bestimmten Orte *in der Zeit* aufeinanderfolgen; drittens aber ist ihre höchste Aufgabe zu erörtern, wie ein bestimmter Zustand im Raume fortschreite, d. h. wie aus einer bestimmten Vertheilung der Witterung über der Erdoberfläche eine andere Vertheilung hervorgehe.

Diefs ist die schwierigste Aufgabe: noch wird keiner sich schmeicheln, dafs er sie lösen könne, aber es ist pflicht- und naturgemäfs die Möglichkeit davon zu behaupten; man mufs die Lösung vorbereiten, und zu dieser Vorbereitung ist die Berechnung und Zusammenstellung der Abweichungen nothwendig. Auch hat man zu erwägen, dafs die Abweichungen gröfseres Interesse einflöfsen als die absoluten Beobachtungen, insbesondere sobald die Lösung und das Verhalten der Orte, worauf sie sich beziehen, nicht ganz genau bekannt sind. Sagte man Jemand: es war gestern an einem Orte in Rufsland die Temperatur — 16° R., so ruft er vielleicht aus: wie kalt! wüfste er aber wie weit der Ort nach Osten hin läge, wie hoch über dem Meere u. s. w., so würde er geantwortet haben: nur — 16° R?, das ist gar nicht so kalt wie bei uns. Sage ich aber: es war gestern an diesem Orte, 2° R. zu warm oder die Abweichung war + 2° R., so hat er unmittelbar den bestimmten Begriff, dafs es daselbst um 2 Grade wärmer war, als sonst durch die Lage im Mittel geboten ward; und er fragt: wie weit erstreckten sich diese erwärmenden Ursachen? Dazu dient nun gerade die neue graphische Methode. Allerdings braucht man sie nicht, denn die numerischen Angaben sind immer die besten; man büfst mit der graphischen Methode immer etwas von der Genauigkeit ein, aber man gewinnt auch wieder etwas anderes. Wenn man von recht vielen Orten die Abweichungen eines Tages angiebt,

so setzt man die betreffenden Zahlen am besten neben einander oder unter einander; dann mufs man aber die Abweichungen von den folgenden Tagen darunter in die übereinstimmende Spalte oder daneben in die übereinstimmende Zeile stellen. Könnte man sich nun beschränken auf Orte von nahe dem nämlichen Parallelkreise oder demselben Meridian oder anderem Kreise, so wäre die Uebersicht leicht, aber das soll man nicht. Sind dagegen die Orte zweckmäfsig nach allen Richtungen verbreitet, am besten gleich weit von einander gewählt, so geht die geläufige Uebersicht *verloren.*

II. Es leuchtet sogleich ein, wie die Uebersicht auch durch die neue graphische Methode gewonnen werden wird. Man zeichne nämlich eine Karte von seinem Bezirke und deute darin mit Punkten die Orte an, von denen man Nachricht bekommt; für jeden Tag zeichne man die gleiche Karte, aber ohne die politischen Gränzen; eine dieser Karten sey ohne Datum mit Parallelen und Meridianen und mit den Anfangsbuchstaben der betreffenden Orte bezeichnet, wodurch man sich auf den übrigen Karten leicht zurecht finden wird. Man hat nur noch die Zustände einzutragen, und sieht dann die Witterung der verschiedenen Gegenden in gleicher Weise vor sich, wie man diesen Theil der Erde von einem Punkte aufserhalb der Atmosphäre aus sehen würde.

Es bleibt nun noch die Frage: wie wird man die Zustände bildlich darstellen. Man kann die Karte überladen; man kann aber auch anfangs nur wenig angeben, und, wenn man an diese Bezeichnungen gewöhnt ist, mehr und mehr eintragen; so habe ich angefangen nur die Windesrichtungen und die Temperaturabweichungen anzugeben. Die Windesrichtungen deutet man am besten durch Pfeilchen an. Jederman versteht diese Sprache. Hat die Windesrichtung sich geändert im Laufe des Tages, so zeichne man am hinteren Ende der Pfeilchen einen Bogen, so dafs die Richtung, bestimmt durch den Endpunkt dieses Bogens und

den Kopf des die erste Richtung des Windes andeutenden Pfeilchens, die zweite Richtung angiebt. Der Kopf der Pfeilchen weise auf den Ort selber hin.

Hat man an einem Orte, z. B. wie Brüssel, München und Utrecht, auch die Richtung der Wolken beobachtet und mitgetheilt, so kann man ein zweites Pfeilchen über den Ort anbringen. Auch bin ich im Begriff, wie Espy [1]), durch die Länge des Pfeils die Stärke des Windes annähernd zu bestimmen. So sieht man denn in leicht zu fassender Darstellungsweise die Vertheilung der Luftströme über dem Bezirke dargestellt.

Eben so leicht gewinnt man eine Uebersicht über die begleitende Vertheilung der Temperatur. Ist auf einem ganzen Terrain oder einem Theile desselben die Temperatur unter dem mittleren Werthe, so gebe ich dieses an allen betreffenden Orten durch Horizontalstriche an. Diese Striche werden desto kleiner und dichter gewählt, je tiefer die Erniedrigung war. Ist dagegen die Temperatur an einigen Stellen höher wie gewöhnlich, so werden Verticalstriche es andeuten. Auch diese werden dichter an einandergezogen, je gröfser die Erhöhung über den mittleren Werth war. So sind die Gegensätze der Erhöhung und Erniedrigung scharf gegen einander hervorgehoben. Der Theil, wo die erwärmenden Einflüsse überwiegend waren, und der, wo die erkältenden Ursachen den Sieg davontrugen, fallen sogleich ins Auge, und nur an der Stelle, wo nahe die mittlere Temperatur eintrat, gehen die verticalen Striche durch eine leer (weifs) gelassene Gränze in horizontale über. Ich habe es vorgezogen diese Orte weifs zu lassen, um noch schärfer die zu warmen von den zu kalten Orten zu trennen und zugleich auszudrücken, dafs die kleinen Unsicherheiten der mittle-

1) Durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. J. G. Flügel, dem ich hierdurch meinen Dank dafür abstatte, habe ich zu Anfange dieses Jahres den *Report on Meteorology* von Espy bekommen. Meine erste Tafel war schon abgedruckt, als ich hieraus sah, dafs auch Espy diese erste, nämlich graphische, Methode gewählt hat, die ich hier beschreibe.

ren Werthbestimmungen für das Verhältnifs dieser Orte einige Unbestimmtheit stehen lassen. Eben dadurch, dafs man mit einem Auge die Vertheilung der Temperatur über einen ganzen Theil von Europa übersieht, wird es möglich, das Fortschreiten der Wärme oder das Verdrängen derselben durch die Kälte zu erkennen, wenn man nur für einige aufeinanderfolgende Tage dergleichen Karten entwirft. Für den folgenden Tag ist sicher die Verbreitung oder doch die Schattirung eine andere, und die Veränderung wird sogleich verstanden.

So habe ich seit vier Jahren für die Niederlande und immer mehr Orte aufserhalb derselben die Abweichungen berechnet; für 1852 glaubte ich anfangen zu können, dieselben auch bildlich darzustellen, denn in diesem Jahre erstreckte sich mein Bezirk, schon in der Breite, von den Orkaden und Paderborn bis Genf und München und, in der Länge, von Boston bis Warschau. Und doch ist dieser Bezirk noch zu klein, um daraus etwas Wesentliches für die Meteorologie zu lernen; glücklicherweise aber nicht zu klein, um diese Methode zu empfehlen. Zu klein ist mein Bezirk, weil über die ganze Oberfläche durchgängig die nämliche Witterung herrscht. So war der 17. Juli überall der heifseste Tag, beinahe immer sind die Abweichungen von gleichen Zeichen im Osten und im Westen des Bezirks, im Norden und Süden, und wenn an einem gleichen Tage die Abweichungen von entgegengesetztem Sinne sind, so ist schon am folgenden Tage die Uebereinstimmung wieder hergestellt. Das ganze Jahr hat nur zwei- oder dreimal ein Beispiel davon geliefert, dafs die Wärme an einem Theile die Oberhand bekam, zurückgedrängt ward, und wieder die Kälte überwand oder umgekehrt. Zwei von diesen Kämpfen habe ich in meinem Werke von 1852 abgebildet, den zweiten Theil auch in der Taf. II dieses Hefts, und diesen will ich etwas näher beschreiben.

Das erste Fach der Tafel II stellt mein Terrain vor. In 1852 erhielt ich Berichte für jeden Tag von den Or-

kadischen Inseln, Boston, Cluswich, Greenwich, Brüssel, Paris, Harlem, Amsterdam, Utrecht, Breda, Leeuwarden, Nymwegen, Mastricht, Gröningen, Köln, Genf, Paderborn, Carlsruhe, Hamburg, Mühlhausen, Ittendorf, München, Leipzig, Wien Krakau und Warschau. Alle diese Orte sind mit ihren Anfangsbuchstaben im ersten Fach angedeutet; in den folgenden Fächern bezeichnet *O.* die Orkadischen Inseln, *S.* Stockholm, *W.* Warschau, *G.* Genf, *H.* Hamburg und *U.* die Hauptstation Utrecht. Die übrigen Orte werden nunmehr mit Punkten angedeutet, worin man sich leicht zurecht finden wird. In den sechs aufeinanderfolgenden Tagen 26—31. October lag die Gränze der zu warmen und zu kalten Orte auf meinem Gebiete. Am 26. October war die Temperatur nur in den Niederlanden ein wenig, und in Warschau etwas mehr über dem Mittel. In England war die Abweichung ziemlich stark negativ, so auch im Norden und wieder auf der Ostseite von Warschau; in Petersburg, wo die Neva bereits zugefroren war; auch im Süden, in Paris, Genf und München; gleichsam eine warme Insel erhob sich in dem kalten Meere. Das Meer erlangte am 27sten und 28sten die Oberhand; die gewaltigen Stürme in Athen und den umgebenden Orten, obgleich aus SO wehend, brachten Kälte; nur Paris, Carlsruhe und Genf blieben wärmer als gewöhnlich. Bald aber ward die Richtung des Windes, schon am 27sten, mehr bestimmt; aber am 28sten wehte der SW und am 29sten waren die Niederlande und Preufsen schon wieder erwärmt, am 30sten auch England; am 31sten waren nur die Orkadischen Inseln, Stockholm und Warschau zu kalt, und weiter war ganz Europa 10 Tage lang zu warm.

Ein dem beschriebenen sehr ähnlicher Vorgang zeigte sich vom 11. bis 15. November. Ein Nordost-Strom, der am 12ten sogar Nord war, machte die Nord- und Ostseite von Europa kalt; am 13ten waren Cluswich, Mastricht, Paris, Carlsruhe und Genf und natürlich die dazwischen liegenden Orte nur etwas zu warm, aber schon am 14ten war der Südwest wieder stärker an der Oberfläche. An den ge-

nannten Orten und ein wenig darumher hatte sich die Wärme verstärkt und ausgebreitet; am 15ten war nur der nordöstliche Theil von Europa kalt, und an den folgenden Tagen war die Wärme wieder überall hergestellt. Man sieht, wie leicht man mit Hülfe dieser Zeichnung, welche sich auf die Zahlen von S. 141 und 145 meines genannten Werkes stützt, das Fortschreiten von Wärme und Kälte übersichtlich ausdrückt und in Worte übersetzt. Ein anderes Mal werde ich eben so leicht auch die Abweichungen des Barometers und die Menge des Regens in die Karten eintragen.

Grofs genug also ist mein Bezirk, um, was ich hauptsächlich bezwecke, das Wünschenswerthe, dafs er gröfser werden möge, Jedem lebhaft vor Augen zu führen. Durch die Uebereinstimmung der Abweichungen im Allgemeinen, d. h. dadurch, dafs nicht ein Ort negative Abweichung zeigt, während die herumliegenden positive geben, ist zur Genüge dargethan, was ich oben anführte, dafs die mittleren Werthe genugsam bekannt sind um die Abweichungen zu liefern. Und wenn die Abweichungen bisweilen, aber auf beiden Seiten einer nur ein anderes Mal anders gerichteten Gränzlinie das entgegengesetzte Zeichen für ein paar Tage zeigen, so wird das Verlangen erregt zu wissen, wie diese Gränzlinie fortgerückt seyn möge. Diesem Verlangen kann nun nicht Genüge geleistet werden, wenn nicht der Bezirk so grofs ist, dafs man die Witterung verfolgen kann. Bisweilen und beim einfallenden NO-Passat wird in die Mitte eines erwärmten Bezirks auf einigen Quadrat-Graden plötzlich von oben herab eine Erkältung niederfallen: Wie wird diese ihre Stellung behaupten? In wie viel Zeit wird sie wieder verdrängt werden, oder wohin wird sie fortschreiten? Alle diese Fragen können nur durch Ausbreitung des Gebietes beantwortet werden. Dann aber kann man sie auch beantworten, wenn für ein Jahr die Abweichungen über die ganze Erde in solcher Weise vorgestellt wären; gewifs man würde viel Licht über diesen Vorgang dadurch bekommen.

III. *Solche Ausbreitung des Terrains zu bewirken und die erklärte Darstellungsweise allgemein ins Leben zu rufen, ist nichts Ungereimtes mehr.*

Meinem Privatunternehmen ist schon gelungen mit Hülfe der Journäle einen ziemlich grofsen Theil von Europa zu bearbeiten; was würde nicht gelingen, wenn die übrigen Meteorologen Europa's, die durch so zahlreiche überaus verdienstliche Arbeiten einen rechtmäfsigen Ruhm erworben haben, sich anschliefsen, und dasselbe für die ihnen zur Bearbeitung anvertrauten Länder unternehmen wollten. Die *Société météorologique de France*, sowie Hrn. Kupffer in Petersburg, habe ich schon vor Jahren zur Mitarbeitung zu bewegen gesucht. Wirklich hat auch schon Hr. Kupffer in seiner *Correspondance météorologique* etwas zu leisten angefangen, was nun viel leichter in die von mir gewählte Form umgearbeitet werden kann, als der schätzbare und überaus reiche Inhalt der Annalen. So würde, da auch der Director des Oesterreichischen Vereins ganz mit der Sache einverstanden ist, auch das östliche Europa und ein Theil von Asien hier aufgeführt werden können. In England hat schon Hr. Glaisher, der sich überaus viele Mühe giebt um die Hauptforderung der Meteorologie, die Vereinigung der Beobachtungen, zu bewirken, seit dem Jahre 1853 die nämliche Methode einzuführen angefangen. Die americanischen Beobachtungen werden von mir in gleicher Weise bearbeitet werden, und da die Niederländische Regierung sich mit kräftigen Maafsregeln der Aufforderung des Hrn. Maury angeschlossen hat, so wird es nun nicht schwer fallen, durch die Berichte der beweglichen Observatorien auch auf dem Atlantischen Oceane die Witterung kennen zu lernen, und America mit Europa zu verbinden.

Die Handelsschiffe nach Java lehren nun auch in Africa und im Indischen Ocean die Vertheilung von Wärme und Kälte, von Regen und Winden kennen, und die Brittische Regierung, welche neuerlich alle Nationen aufgefordert hat, nach gleichmäfsigem Plane an allen zweckmäfsigen Orten

der Erde meteorologische Beobachtungen anzustellen und zu sammeln, wird überall, wo eine Lücke übrig seyn möchte, dieselben auszufüllen bemüht seyn.

So halte ich es wirklich für möglich zu leisten, was ich in meinen Meteorologischen Annalen versprach, nämlich vor dem Jahre 1860 die Abweichungen der Witterungsverhältnisse für jeden Tag eines Jahres über die ganze Erde liefern zu können. Möchte nur ein Anderer es unternehmen, der, besser als ich, dieser Sache gewachsen ist! Nur fehlt uns noch die Mitwirkung aller Pfleger und Liebhaber der Wissenschaft. Den Koryphäen der Wissenschaft, den Herren Dove, Kreil, Lamont, Quetelet, Sabine u. s. w. sage ich schon im Voraus für Ihre Gutachten meinen wärmsten Dank und empfehle Ihnen die Sache nochmals; Andere, auch solche, die nur in müfsigen Stunden ihre Kräfte der Meteorologie widmen, möchte ich mit wenigen Worten zur Mitarbeitung anregen, und zeigen, wie sie am zweckmäfsigsten und mit den geringsten Kosten dazu beitragen können.

IV. Im Allgemeinen darf man wohl annehmen, dafs gegenwärtig zu den meteorologischen Beobachtungen gute und selbst verglichene Instrumente angewandt und mit Sorgfalt abgelesen werden; dennoch leiden die Beobachtungen an einem erheblichen Mangel, indem wir behaupten:

Keine Beobachtungen werden in so verschiedener Art angestellt, berechnet und veröffentlicht, als die meteorologischen.

1. Die Beobachtungen umfassen an jedem Ort nicht gleich viele Zustände der Atmosphäre; für die Vergleichung mit anderen Orten genügt es Temperatur, Luftdruck, Windesrichtung und Regen anzugeben. Wohl gehörte auch die Wolkenrichtung noch dazu, und der elektrische Zustand der Atmosphäre; aber die Feuchtigkeit, Heiterkeit und Wolkenformen sind von mehr localer Bedeutung. Hinderlicher scheint die Ungleichheit der Stunden, zu welchen sie angestellt werden. Man braucht nur die nicht-periodischen Veränderungen der Temperatur anzusehen, um sich

von der grofsen Ungleichheit zu überzeugen. Die von dem russischen Institute gewählte Combination der 8ten, 2ten und 9ten Stunde ist für Europa bei weitem die beste von allen; sehr zu empfehlen ist auch 18, 20, 4, 10, wie in Warschau, Genf etc.; weniger gut dürfte 9, 12, 3, 9 zu achten seyn, wenn nicht im Allgemeinen die Maximum- und Minimumstände dazu gegeben werden. Wir wollen aber auch von dieser Ungleichheit nicht viel reden, da durch die Methode der Abweichungen auch für die Orte, an welchen die Correctionen nicht aus stündlichen Beobachtungen bekannt sind, diesem Uebel gänzlich abgeholfen werden kann.

2. Auch die Berechnung der Beobachtungen ist sehr ungleich. Hier gilt es sicherlich als Regel: der Beobachter mufs sie so vollständig wie möglich berechnen, weil sich sonst das Material zu sehr häuft und dadurch unbenutzt bleibt, indem Jeder, der die Beobachtungen benutzen will, erst noch manches zu berechnen hat. So ist der Rückstand der unberechneten Beobachtungen in der Meteorologie noch gröfser geworden als in der Astronomie, besonders seitdem die Brittische Regierung ein so ausgezeichnetes Beispiel gegeben hat, astronomische Beobachtungen reduciren und berechnen zu lassen. Namentlich wünschte ich zwei Dinge berechnet zu sehen: die mittleren Temperaturen eines jeden Tages und die Abweichungen; es müfsten dafür neue Spalten angelegt werden, eine für die Abweichung der Temperatur und eine für jede Barometerbeobachtung. Für den Beobachter wäre es eine sehr geringe Mühe, der dritten Beobachtung des Tages zugleich den mittleren Werth hinzuzusetzen; für die Leser ist es angenehm, denn mancher will gern wissen, nicht nur wie warm es an den drei Beobachtungsstunden gewesen, sondern er will auch aus *einer* Zahl beurtheilen, ob es zu kalt oder zu warm gewesen sey, was er nur aus dem Unterschiede dieser einen Zahl mit der Normaltemperatur dieses Tages an demselben Orte beurtheilen kann. Der wissenschaftliche Beobachter insbesondere wünscht die mittlere Tem-

peratur unmittelbar zu finden; er kann sie berechnen, ja, aber die vielen kleinen Arbeiten machen zusammen eine grofse, und, wenn die mittlere Temperatur nicht beigegeben ist, so müssen zehn verschiedene Arbeiter zehnmal diese nämliche Berechnung vornehmen.

Wenn nicht der Beobachter selbst die Abweichungen berechnet, wodurch die Umgebung seiner Stadt augenblicklich das Resultat seiner Beobachtung sieht, so sollte er doch das mittlere monatliche Resultat der früheren in dieser Stadt angestellten Beobachtungen mittheilen, wie dieses von Hrn. Baranowski in Warschau und von Hrn. Kalinsky in Krakau, so wie von den Beobachtern in Cluswich und den Orkadischen Inseln gethan wird. Wir kommen zu der dritten und nachtheiligsten Ungleichheit, zu der, bei der Veröffentlichungsweise.

3. In die grofsen Annalen werden alle individuellen Beobachtungen aufgenommen, nicht nur meteorologische, sondern auch magnetische. Nichts kann mehr gebilligt werden als dieses. Wären die Behörden und Observatorien, von denen sie herausgegeben werden, nicht so freigebig im Vertheilen dieser Annalen, wie man sich dessen nur erfreuen kann, so würde es wünschenswerth seyn, dafs die Beobachtungen gesondert zu bekommen wären, die meteorologischen und die magnetischen.

Von den stündlichen Beobachtungen haben bis jetzt nur noch die des Barometers einen allgemeinen Werth; ich will aber keine zu grofse Zersplitterung hervorrufen, und gern auch die stündlichen Beobachtungen des Barometers, des Thermometers u. s. w. zusammen mit den täglichen herausgegeben sehen, da doch bald die täglichen Werthe allein nicht mehr genügen werden. Ferner hat man andere Observatorien, wo seit lange regelmäfsige Beobachtungen angestellt werden, wie zu Paris, Genf, Krakau, Warschau, auf den Orkaden, Boston, Cluswich und anderen Orten, die wissenschaftlichen physikalischen Zeitschriften beigegeben werden. Noch andere Beobachtungen werden jede Woche oder jeden Monat in Zeitungen publi-

cirt, endlich andere wohl angestellt, aber gar nicht publicirt; sie gehen also verloren.

V. *Dieses unregelmäfsige Veröffentlichen ist das gröfste Uebel der Meteorologie, wodurch weit mehr als die Hälfte des Geleisteten unbenutzt bleibt; glücklicherweise kann man aber diesem gänzlich abhelfen ohne Kosten und ohne Kränkung von Eigenliebe.*

1. Durch diese Ungleichheit wird es fast unmöglich, das Material zu sammeln. Man kann doch nicht alle physikalischen Zeitschriften blofs der einen Seite mit meteorologischen Beobachtungen wegen kaufen, und noch weniger kann man dieser paar Zeilen halber alle Zeitungen lesen. Und doch findet man gegenwärtig in recht vielen Zeitungen Notizen und numerische Beobachtungen, da Jeder, der beobachtet hat, das seinige auch gern bekannt gemacht sieht, und die Ein- und Umwohner der Stadt es lieben, erzählen zu können, wie heifs und kalt es gewesen ist, sey es auch nur, um die Conversation anzufangen.

Aber alles dieses, recht vieles, aufserordentlich vieles, was sonst nützlich wäre, geht wieder verloren; denn was *nur* in die Hände von Dilettanten oder von Gelehrten aus anderen Fächern der Wissenschaft kommt, ist so gut wie nicht beobachtet. Glücklicherweise kann das Uebel durch Befolgung der nachstehenden einfachen Regel ganz unschädlich gemacht werden.

2. *Der Beobachter, welcher seine Beiträge einer Zeitschrift oder einer Zeitung zuschickt, sende sie nur unter der Bedingung ein, dafs er eine gewisse Zahl von Abdrükken bekomme;* so kann er sie leicht einem Jedem zuschicken, der sich mit dem Sammeln von Beobachtungen beschäftigt und sich dazu an den Beobachter wendet. Ohne merkliche Kosten also kann man in dieser Weise unendlich viel für die Meteorologie gewinnen. Dem Sammler werden die Beobachtungen billig zufliefsen und gern wird er das Gesammelte, im Druck nebeneinander gestellt, Jedem, der etwas beigetragen hat, wieder zustellen; so werden beide gewinnen. Der erste kann leicht sein Ziel erreichen, der

andere bekommt, für die wenigen Silbergroschen zur Frankirung von Drucksachen, die Beobachtungen von Hundert Orten zurück. Die Bitte, man möge sich über eine beste Form verständigen, würde eitel seyn: ein Jeder hat Motive für seine eigene Form. Es geht damit, wie mit den verschiedenen Maafsen; die nationale, oder auch die persönliche Ehre, oder vielmehr die Eigenliebe, findet sich gekränkt, wenn sie die Form oder das Maafs eines andern wählen soll. Darum verlange ich nur Abdrücke, wodurch Jeder die rechtmäfsige Ueberzeugung gewinnt, dafs seine Mühe, sein Zeitaufwand und seine Kosten nicht nur für seine Umgebung, sondern auch für die Welt nützlich werden. Es ist eines Jeden Pflicht zu dieser Verbreitung das Seinige beizutragen. Ich hege also die Hoffnung, dafs man meine Bitte erfüllen werde; sonst würde ich auf einige Formen und Veröffentlichungsweisen hingewiesen haben, die mir am Besten gefallen, nämlich auf die von Genf und Paris, was die Form angeht; auf die von Warschau, was obendrein auch die Publicationsweise betrifft. Auch wenn man die Beobachtungen in etwas gröfserem Maafsstabe veröffentlicht, dürften die Kosten nicht zu hoch steigen. In dieser Hinsicht haben die Herren Löwe in Nottingham ein vorzügliches Beispiel gegeben. Die Beobachtungen sind zu Highfieldhouse 40 Jahre lang fortgesetzt, der mittlere Temperaturgang ist somit ziemlich wohl bekannt. Nun haben die Herren Löwe für 1852 in einem wenig kostenden Büchlein die Witterung eines jeden Tages und jedes weniger gewöhnliche Phänomen beschrieben; sie haben eine Uebersicht über die Witterung von anderen Orten hinzugefügt, und endlich, was von noch höherem Werthe ist, die numerischen individuellen Beobachtungen gegeben, da diese nicht nur hauptsächlich für die Umgebung von Interesse sind, sondern für ganz Eurapa. Die brittische *Meteorological Society* scheint mit Hrn. Glaisher übereingekommen zu seyn, dafs alle ihre Mitglieder mit dem Telegraphen jeden Morgen die Witterung, welche an

ihren eigenen Orten um 9 Uhr stattgefunden hat, nach London berichten.

Eine Zusammenstellung dieser Nachrichten, wie sie von Hrn. Glaisher gemacht wird, gewährt den interessantesten Ueberblick; so kommt es denn, dafs die Herren Löwe gerade um 9 Uhr beobachtet haben. Hier interessirt es uns nur, dafs für wenige Kosten die individuellen Beobachtungen dieser Orte überall zu haben sind. Noch bessere Dienste wird, wie gesagt, Hr. Baranowski, der Beobachter und Director der Sternwarte in Warschau, der Wissenschaft mit der Ausgabe seiner *Dostrzézenia Meteorologiczne w Observatoryum Astronomiczném Warzawskiém* leisten, sobald nämlich diese Blätter, was ich nicht weifs, für sich zu haben sind. In diesem Falle fürwahr würde man gewifs für wenige Groschen die vollständigen Beobachtungen von Warschau haben. *Möchte doch so jeder Beobachter handeln!*

Man sage doch nicht, die Kosten des Druckes seyen *zu grofs*, denn sie sind gering und der Nutzen ist überaus grofs.

Die auf Tafel II verzeichneten täglichen Beobachtungen in den Niederlanden und die täglichen Abweichungen an den verschiedenen Orten für Thermometer und Barometer, nebst den Windrichtungen und anderen Ereignissen, sind für noch nicht 2 Thaler zu haben; und wirklich würden bei dieser Veröffentlichungsweise die Beobachtungen eines Ortes, drei- bis viermal täglich angestellt, mit Einschlufs der über die Elektricität der Atmosphäre und des Erdmagnetismus, wenn sie überhaupt gemacht werden, für noch nicht 20 Thaler jährlich zu drucken seyn, was doch keine grofse Ausgabe wäre, zumal sich gewifs viele Käufer finden würden, wenn man die Witterung eines Ortes, das ganze Jahr hindurch, Tag für Tag und kurz nach Anstellung derselben, für etwa einen Viertelthaler haben könnte. Wer die Mühe nicht scheut, Beobachtungen anzustellen oder die Kosten dazu trägt, wird sich auch über diese 20 Thaler trösten. Und wenn man diese noch zu viel findet,

wohlan, so sende man die *detaillirten* Beobachtungen eines Ortes *franco* an mich: ich will alle numerischen Werthe publiciren, nur nicht von Orten, die bereits in die grofsen Vereine aufgenommen sind und also von Reichsinstituten veröffentlicht werden. Ich verspreche für das meteorologische Jahr 1854 (2. Decbr. 1853 bis 1. Decbr. 1854) alle diejenigen numerischen meteorologischen Werthe, welche mir aus irgend einem Lande oder Welttheile *franco* zugeschickt werden, und sonst nicht in die grofsen meteorologischen Annalen aufgenommen werden, *gratis* zu veröffentlichen. Man bekommt dann aus Utrecht gesammelt und gedruckt zurück, was man geschrieben oder in Zeitungen verstümmelt dahin gesendet hat.

So möchte ich durch einige Geldopfer von meiner Seite die wissenschaftlichen Arbeiten von Vielen mehr verbreiten und also nützlicher machen. Wenn man mir zugleich Nachricht über die monatlichen Resultate früherer Jahre giebt, so gebe ich zugleich die Abweichungen.

3. Dafs ein solches Streben grofsen Nutzen gewähren, das Vereinigen der Beobachtungen wirklich das kräftigste Mittel zur Förderung der Meteorologie seyn werde, braucht man mir nicht zu glauben. Die ersten Männer der Wissenschaft sagen stillschweigend das nämliche; denn eben sie haben die Errichtung von Reichsinstituten veranlafst. Ueberdiefs hat es die Erfahrung in der Lehre des Erdmagnetismus bewiesen. Der Nestor der Naturwissenschaften hat mit dem berühmten Gaufs und Anderen, die sich ihnen bald anschlossen, nicht allein die Errichtung magnetischer Observatorien, sondern auch die Vereinigung und Vergleichung der Beobachtungen auf dem ganzen Erdkreise hervorgerufen; und wie grofs waren nicht die in wenigen Jahren gesammelten Resultate! Es ist wahr, Hr. v. Humboldt hat früher, für die Meteorologie, auf die Kenntnifs der mittleren Werthe und vornehmlich zwischen den Tropen besonders gedrungen, aber viele Jahre sind darüber vorübergegangen. Damals war *das* gerade Bedürfnifs: erst mufste die Klimatologie begründet werden; nun

aber ist dieses, besonders durch die Arbeiten Dove's, gelungen, und wie er selbst so unendlich viel gesammelt hat, vielleicht mehr als Alle anderen zusammen, so hat er auch schon das Beispiel gegeben von Abweichungen der monatlichen Werthe. Wiederum sind Jahre vorübergegangen, und nun ist es Zeit tägliche Abweichungen zu geben; nach noch einer Zeit wird man stündliche Abweichungen bedürfen. Was also von Humboldt und Dove gerathen, was in einer anderen Wissenschaft sich als nützlich bewährt hat, *das* suche ein Jeder nun in die Meteorologie einzuführen.

III. *Ueber die Temperatur des Bodens und der Quellen in den Alpen*[1]); *von Adolph Schlagintweit.*

A. Temperatur der oberen Bodenschichten bis zur Tiefe von einem Meter.

Zu den Beobachtungen über die Temperatur der oberen Bodenschichten bis 0,5 Meter benutzte ich Quecksilberthermometer von verschiedener Länge. Ihr Nullpunkt wurde so-

1) Die folgenden Untersuchungen schliefsen sich an die Beobachtungen über die Temperatur der Quellen in den östlichen Alpen an, welche ich früher mitgetheilt habe (Poggendorff's Annalen LXXVII und Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen 1850 Cap. XI.) Ich werde mich in der gegenwärtigen Abhandlung zunächst darauf beschränken, einige allgemeine Resultate hervorzuheben, welche aus der Vergleichung aller bis jetzt vorhandenen Beobachtungen über die complicirten Verhältnisse der Boden- und Quellentemperatur in den Alpen hervorzugehen scheinen. In Bezug auf die Mittheilung der *einzelnen Beobachtungsdaten* mufs ich mir erlauben, auf eine nächstens erscheinende Arbeit (Monte Rosa. Neue Untersuchungen über die phys. Geographie der Alpen, von Ad. Schlagintweit und Herm. Schlagintweit 1854) zu verweisen.

sowohl vor und nach der Reise als auch im Laufe derselben wiederholt untersucht. Die daraus hervorgehenden Correctionen dürfen bei Beobachtungen über die Temperatur des Bodens und vorzüglich auch bei jenen über die Temperatur der Quellen nicht vernachlässigt werden, da dieselben nicht selten ± 0,4 und 0,5° C. betragen. Die in den Tabellen mitgetheilten Zahlen sind alle corrigirt.

Die Temperatur des Bodens bei 0,5 bis 1 Meter wurde theils mit einem *nur wenig empfindlichen*, theils mit einem *sehr langen* Thermometer bestimmt, ich will das letztere der Kürze wegen Geothermometer nennen.

Das erstere bestand aus einem sorgfältig gearbeiteten, in Zehntel getheilten Quecksilberthermometer, an welchem die Kugel und die unteren Theile der Röhre mit mehreren Lagen schlecht leitender Substanzen fest umwickelt waren; die Hülle war mit Siegellack überzogen, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Der obere Theil der Glasröhre war ebenfalls mit einem aus Baumwolle gestrickten Ueberzuge versehen, welcher einen länglichen Ausschnitt hatte, um den Quecksilberfaden und die Theilung erkennen zu lassen. Ich überzeugte mich durch wiederholte Versuche von der grofsen Trägheit, welche das Instrument auf diese Weise erlangt hatte [1]). Selbst wenn sein Stand in Folge künstlicher Erwärmung oder Erkältung sehr merklich von der Temperatur der Luft abwich, konnte es ganz aus dem Futterale herausgezogen und sorgfältig abgelesen werden, ohne die geringste Aenderung der Temperatur zu zeigen.

Für die Beobachtung der Bodentemperatur wurde ein Loch von der erforderlichen Tiefe gegraben und das Instrument, in einem hölzernen Futterale eingeschlossen, in verticaler Stellung in dasselbe gebracht. Die Ablesung geschah oft erst nach mehreren Tagen, aber keinenfalls früher als 18 bis 24 Stunden nach dem Eingraben. Es

1) Die Vergleichung des Nullpunktes wurde erst nach vollendeter Umhüllung vorgenommen.

blieb bei der Beobachtung der gröfste Theil des Futterales im Boden stecken und das Thermometer selbst wurde nur so weit hervorgezogen, als nöthig war, um die Ablesung vornehmen zu können.

Die Beobachtungen in einer Tiefe von 40—50 Centimetern wurden im Allgemeinen mit dem unempfindlichen Thermometer, jene bei 0,75 bis 1 Meter mit dem Geothermometer angestellt.

Das Geothermometer war ein Quecksilberthermometer, welches nach der Angabe des Hrn. Prof. G. Magnus von A. Greiner in Berlin verfertigt wurde. An eine etwas grofse Kugel ist eine möglichst feine Glasröhre angeschmolzen, welche erst später, da wo die Theilung beginnt, in eine Röhre von etwas gröfserem Durchmesser ausmündet. Die Distanz von der Kugel bis zum Anfang der Theilung (bei — 20° C.) beträgt 88 Centimeter. Dieser ganze Theil des Thermometers (mit Ausnahme der Kugel selbst) ist mit schlechtleitenden Substanzen umhüllt, und wasserdicht in ein cylindrisches Futteral von Eisenblech eingeschlossen, welches 7,2 Centm. Umfang hat. In der Nähe der Kugel sind mehrere Ausschnitte in der blechernen Kapsel angebracht [1]).

Herr Prof. Magnus und Herr Prof. Dove benutzten seit längerer Zeit ähnliche Thermometer von verschiedener Länge zur Beobachtung der Bodentemperatur.

Die übrigen Thermometer waren in Fünftel-Grade getheilte Quecksilberthermoter von A. Greiner in München; sie wurden ohne weitere Umhüllung in den Boden eingegraben. Die Thermometer waren so construirt, dafs für die verschiedenen Tiefen ihre Theilung erst bei 0° oder + 3° an der Oberfläche erschien. Zu den Beobachtungen in Tiefen von 4—6 Centm. wurden daher kleinere Taschenthermometer gewählt, an welchen die Theilung bei etwa

1) Für den Transport wurde das Thermometer, welches im Ganzen eine Länge von 1,15 Meter erreichte, in ein starkes ledernes Futteral, von cylindrischer Form, gepackt, so dafs es wie ein Barometer getragen werden konnte.

— 10° C. begann. Da auf diese Weise nur eine ziemlich kurze Quecksilbersäule über den Boden hervorragte, so wurde dadurch der grofse Einflufs, welchen im entgegengesetzten Falle die Temperatur der Luft auf den Stand der Thermometer ausüben kann, sehr geschwächt.

Wie Quetelet [1]) und Forbes [2]) bei ihren ausführlichen Beobachtungen gezeigt haben, erfordern alle Ablesungen von Thermometern, welche in den Boden eingegraben sind, eine Correction, weil die Quecksilbersäule von der Thermometerkugel bis zur Oberfläche des Bodens keine ganz gleichmäfsige Temperatur hat, und ferner weil jener Theil des Quecksilbers, welcher sich oberhalb des Bodens befindet, von der jeweiligen Lufttemperatur afficirt wird. Diese Correctionen sind sehr wesentlich, wenn man aus einer längeren Reihe von Beobachtungen den Gang der Temperatur in verschiedenen Tiefen und die Gröfse der Oscillationen darstellen will. Bei meinen Beobachtungen, welche nur kleinere Zeiträume umfassen, hielt ich es nicht für nöthig ähnliche Correctionen anzubringen. Es war zunächst mein Zweck einige Anhaltspunkte zur Vergleichung der Bodentemperatur in verschiedenen Höhen der Alpen zu gewinnen; bei den Temperaturdifferenzen, welche durch die Exposition des Abhanges, durch die Zusammensetzung und die Feuchtigkeit des Bodens u. s. w. an ganz nahe gelegenen Punkten entstehen können, hätte, wie mir scheint, eine Correction der Thermometerstände in dem obigen Sinne doch nur eine illusorische Genauigkeit gegeben.

Bei meinen Beobachtungen wurden, wenn nicht das Gegentheil speciell bemerkt ist, die Instrumente in dem festen, mit Erde vermischten Schuttboden eingegraben, welcher durch die Verwitterung der Felsen und durch die Zersetzung der Pflanzen gebildet wird.

1) *Annales de l'observatoire royal de Bruxelles VI*, 1845.

2) *Transactions of the royal society of Edinburgh. Vol. XVI, Part. II.*

Die Oberfläche des Bodens war frei der Besonnung ausgesetzt und nicht mit Vegetation bedeckt. Ich war stets bemüht ein möglichst horizontales, zusammenhängendes Terrain auszuwählen, von welchem man in Rücksicht auf seine Lage, auf die Mischung und die Feuchtigkeit des Bodens u. s. w. erwarten durfte, daſs es einen passenden Ausdruck für die allgemeinen Temperaturverhältnisse an diesem Platze gewähren würde.

Die Unterlage des Bodens bestand: bei den Beobachtungen in den bayerischen Alpen aus mehr oder minder thonigem und bituminösem Jurakalkstein, bei jenen in den westlichen Alpen der Schweiz und Savoyens theils aus Gneiſs und Glimmerschiefer, theils aus grauen, kalkhaltigen und thonigen Schiefern.

Alle Temperaturen sind in Graden des hunderttheiligen Thermometers angegeben.

Ich werde nun versuchen einige allgemeine Resultate hervorzuheben, welche mir aus der Vergleichung der einzelnen Beobachtungen hervorzugehen scheinen.

1) Die Zahlen in der folgenden Tabelle zeigen die *Abnahme der Bodentemperatur* in verschiedenen Höhen, bei einer Tiefe von 0,75 bis 1 Meter [1]). Die Beobachtungen an diesen Punkten vertheilen sich auf die Monate August und September; sie waren theils gleichzeitig, theils in nicht sehr groſsen Zeitunterschieden angestellt worden.

1) Ich konnte es nicht vermeiden, einige Punkte zu vergleichen, an welchen die Thermometer nicht genau bis zur gleichen Tiefe eingegraben waren. (In den ausführlichen Tabellen ist die Tiefe immer speciell bezeichnet.) Ich glaube, daſs dieser Umstand auf das *allgemeine* Resultat keinen wesentlichen Einfluſs ausübt.

Abnahme der Bodentemperatur mit der Höhe.

	Verglichene Punkte [1]).			Erhebung für 1°C. Abnahme.
	St. Anton	und	Huthaus.	591 P. F.
1852.	18 — 21. Sept. 14,175°,2312′		18 — 21 Sept. 10,26°, 4625′	
	St. Anton	und	Peifsenberg	428 »
	29 u. 20. Sept. 12,1° [2])		29 u. 30. Sept. 10,48°, 3005′	
	Vispach	und	Zermatt.	489 »
1851.	17. Aug. 17,3°, 2056′		21 — 26. Aug. 11,1°, 5086′	
	Vispach	und	Pavillon am Aargletscher	579 »
	17. Aug. 17,3°		10 — 12 Aug. 7,9°, 7495′	
	Vispach	und	Rothsattel	492 »
	17. Aug. 17,3°		14. Aug. + 0,65°, 10250′	
	Vispach	und	Matterjoch	498 »
	17. Aug. 17,3°		28 u. 29. Aug. + 0,69°, 10322′	
	Gressoney	und	Matterjoch	563 »
	1 u. 2. Sept. 11,54°, 4218′		28 u. 29. Aug. + 0,69°	
	Zermatt	und	Matterjoch	503 »
	21 — 26. Aug. 11,1°, 5086′		28 u. 29. Aug. + 0,69°	
	Zermatt	und	Pavillon	753 »
	21 — 26. Aug. 11,1°, 5086′		10 — 12. Aug. 7,9°, 7495′	
	Zermatt	und	Vincenthütte	531 »
	21 — 26. Aug. 11,1°, 5086′		8 — 16. Sept. 2,34°, 9734′	
	Pavillon	und	Rothsattel	381 »
	10 — 12. Aug. 7,9° 7495′		14. Aug. + 0,65°, 10250′	
	Vincenthütte	und	Gressoney	630 »
	8 — 16. Sept. 2,34°, 9734′		1. 2 u. 19. Sept. 11,1°, 4218′	
	Vincenthütte	und	Matterjoch	379 »
	8 — 16. Sept. 2,34°		28 u. 29. Aug. + 0,69°	

1) St. Anton bei Partenkirchen, das Huthaus im Höllenthale an der Zugspitze, und der Peifsenberg liegen in den bayerischen Alpen, die übrigen Punkte befinden sich in den Alpen von Wallis und Savoien u. s. w. Die Beobachtungen in Conche und an den damit verglichenen Stationen wurden von Saussure im Jahre 1792 in einer Tiefe von 3 P. F. angestellt.

2) Diese Zahl (St. Anton) ist nicht direct beobachtet, sondern aus der Temperatur der vorhergehenden Tage abgeleitet.

Verglichene Punkte.		Erhebung für 1° C. Abnahme.
Aosta 1792. 20. Aug. 17,67°, 1890'	Verglichen mit den gleichzeitigen Beobachtungen zu Conche 1290'	451 P. F.
Nant-Bourant 6. Aug. 12,0°, 4384'		476 »
Chapiu 7. Aug. 12,19°, 4805'		595 »
St. Jacques d'Ayas 17. Aug. 8,25°, 5142'		335 »
Breuil 10. Aug. 10,0°, 6187'		556 »
Breuil 16. Aug. 10,75°		594 »
Kleiner St. Bernhard 8. Aug. 5,88°, 6792'		423 »
Matterjoch 14. Aug. + 0,5°, 10322'		495 »
	Mittel	510 P. F. für 1° C. Abnahme in den Monaten August und September.

Man kann nicht erwarten bei diesem ersten Versuche schon einen ganz bestimmten Ausdruck für die Temperaturabnahme dieser Bodenschicht in verschiedenen Höhen zu erhalten.

Jedoch lassen die Zahlen der vorhergehenden Tabelle im allgemeinen erkennen, *dafs die Abnahme der Temperatur des Bodens, in Tiefen von* 0,75 *bis* 1 *Meter, in den Monaten August und September weit rascher ist, als die mittlere Abnahme der Quellentemperatur*. (700—730' für 1° C.). Diese Erscheinung wird, zum Theil wenigstens, wohl davon abhängen, dafs auch die Abnahme der Lufttemperatur im *Sommer* viel rascher erfolgt als im *Mittel* des Jahres [1]).

Die Temperatur des Bodens näher der Oberfläche, in Tiefen von 50, 20 und 6 Centm., ist zu sehr von den täglichen Wärmeveränderungen der Atmosphäre, selbt von

1) Für die Lufttemperatur beträgt die Abnahme im Sommer 440' bis 450', im Winter 620' bis 710', im Jahresmittel 540 P. F. Unters. S. 353.

einzelnen Unregelmäfsigkeiten in derselben, abhängig, um aus den vorliegenden Beobachtungen mit einiger Wahrscheinlichkeit Zahlenwerthe für die von der Höhe bedingte Temperatur-Abnahme in diesen Schichten angeben zu können.

2) *Die Lage eines Punktes in Beziehung auf die Himmelsgegenden* hat einen sehr grofsen Einflufs auf die Temperatur der oberen Bodenschichten. An Abhängen, welche gegen Süden und Südwesten gerichtet und der Besonnung sehr zugänglich sind, während zugleich durch den Bergrücken selbst die kalten Nordwinde abgehalten werden, bemerkt man, auch in Tiefen von 0,75 bis 1 Meter, eine bedeutende Erhöhung der Bodenwärme [1]). Als Beispiele können unter anderen angeführt werden: Pavillon am Aargletscher, Gadmen im Vispthale, und vorzüglich Bödemié. Zwischen Gadmen (8475' 8,5°) und Zermatt (5086' 11,5°) würde sich, wegen der zu grofsen Wärme der oberen Station, die Temperatur in einer Tiefe von 40—50 Centm. erst bei einer Höhendifferenz von 1130 P. F. um 1° C. vermindern. In Bödemié (5925') zeigte sich der Boden in einer Tiefe von 80 Centm. sogar etwas wärmer als in Zermatt (5086') und als in Gressoney (4218'). Das Thermometer war in Bödemié allerdings auf einem sehr besonnten und geschützten Abhange eingegraben; in der gleichen Exposition finden sich in dieser Höhe noch die letzten Getreideculturen.

Die Beobachtungen auf der Vincenthütte (9734'), welche vom 3. bis 16. September 1851 in verschiedenen Lagen und Bodenarten angestellt wurden, lassen erkennen, wie grofs auch hier der Einflufs der Exposition auf die

1) Dove hat, durch Vergleichung der Beobachtungen zu Chiswick, eine sehr belehrende Darstellung der Temperaturverhältnisse des *freien*, *besonnten* und des *beschatteten* Bodens in verschiedenen Jahreszeiten gegeben. »Ueber den Zusammenhang der Wärmeveränderungen der Atmosphäre mit der Entwickelung der Pflanzen.« Abhandl. d. Akad. zu Berlin, für 1844. S. 360. Es sind in dieser Abhandlung viele sehr wichtige Betrachtungen über den Zusammenhang der Bodentemperatur mit dem Gedeihen der Pflanzen enthalten.

Temperatur der oberen Bodenschichten, bei 4 — 9 Centm., ist. Die Thermometer in den gegen Norden exponirten stets beschatteten Gneifsfelsen standen um mehrere Grade tiefer als jene in Schutt oder Felsen, welche frei der Besonnung ausgesetzt waren. Man findet in den höheren Theilen der Alpen den Boden an sehr schattigen Abhängen oder in kleinen Schluchten nicht selten den gröfsten Theil des Tages fest gefroren, während die besonnten Felsen in geringer Entfernung davon an ihrer Oberfläche 10 bis 20° C. erreichen.

3) Sehr bemerkenswerth ist die *bedeutende Erwärmung der besonnten Bodenoberfläche,* welche man selbst in Höhen von 10000 bis 12000 Fufs bemerkt. An sehr heiteren Tagen beobachtete ich hier öfter Maxima von 20 bis 31° C., während die gleichzeitige Lufttemperatur nur 0 bis 8° betrug. Auf der Vincenthütte zeigte die besonnte Oberfläche der Felsen und des Bodens in den Mittagsstunden sehr häufig 10 bis 16° C., auch an Tagen, an welchen die Wirkung der direkten Besonnung durch vorüberziehende Nebel und Wolken geschwächt war; während die mittlere Temperatur der Luft im Schatten um 2^h p. m. 3,9° C. betrug; nur an sehr schönen Tagen stieg die Lufttemperatur im Schatten auf 5 bis 6°, an einem einzigen Tage betrug sie 9,1° C.

Das Maximum der Oberflächentemperatur, welches in den schönen Beobachtungsreihen von Bravais und Martins [1]) auf dem Faulhorn (2683 Met.) vorkömmt, ist am 28. Septbr. 1844 12^h 39,8° C.; Lufttemperatur 9,9. Diese hohen Temperaturen der Bodenoberfläche zeigen sehr rasche und grofse Oscillationen. Sobald die Sonne nur kurze Zeit von einem mehr oder minder dichten Wolkenschleier bedeckt ist, sinken die Thermometer schnell um mehrere Grade. Auch die kalten Winde bringen bedeutende Veränderungen in der Wärme der Bodenoberfläche hervor.

Die Feuchtigkeit des Bodens in den Hochregionen übt ebenfalls einen sehr grofsen Einflufs auf die Temperatur

1) *Annuaire météorologique de la France 2ᵉ année.*

desselben aus; sowohl an der Oberfläche des Bodens als in den etwas tieferen Schichten.

Die Lebhaftigkeit der Thau- und Reifbildung, das Entstehen von Nebeln oder die Berührung mit vorüberziehenden Wolkenschichten, die Häufigkeit kleiner Schneefälle, die sich weiter unten bald in Regen verwandeln, und nicht selten ganz verdunsten, wenn sie die untern wärmeren Schichten der Atmosphäre erreichen; alle diese Umstände tragen wesentlich dazu bei, in den höheren Theilen des Gebirges dem Boden mehr Feuchtigkeit mitzutheilen.

Die obersten Erdschichten in Höhen, die sich merklich über die untere Gränze der Wolkenbildung [1]) erheben, sind nur dann trocken, wenn sich mehrere schöne und warme Tage folgen, an denen die Wolkenbildung selten ist, oder auf sehr grofse Höhen beschränkt bleibt, aber bei einer Tiefe von 2 bis 3 Centm. enthalten sie auch dann noch eine merkliche Menge von Feuchtigkeit.

An der Oberfläche der Felsen treten daher im *allgemeinen* höhere Maxima ein als an jener des Schuttbodens und der Erde, weil in den letzteren gerade zur *Zeit*, wo das Maximum der Temperatur stattfindet, durch die Verdunstung der Feuchtigkeit viel Wärme gebunden wird [2]). Auch ist, wie die Beobachtungen auf der Vincenthütte erkennen lassen, die Differenz der Extreme, sowohl an der Oberfläche als in den tieferen Schichten bis zu 20 Centm. in dem Felsen gröfser als in dem gewöhnlichen, feuchten Schuttboden.

4) Die bedeutende Erwärmung, welche die Oberfläche der Felsen und des trockenen Schuttbodens zeigt, ist für *das Gedeihen der kleinen Hochalpen-Pflanzen*, welche sich nur so wenig über den Boden erheben, von grofser Wich-

1) Selbst Mittags an Sommertagen finden sich schon zwischen 7000′ bis 8000′ viele Haufenwolken; Morgens und Abends stehen sie noch merklich tiefer.

2) Nur an sehr trockenen kleinen Erdansammlungen, zum Beispiel an solchen, die eine dünne Lage auf Felsen bilden, bemerkt man höhere Maxima als an der Oberfläche unbedeckter Felsen.

tigkeit. Sie erhalten auf diese Weise weit gröfsere Wärmemengen, als man aus der Betrachtung der Temperatur der freien Atmosphäre erwarten sollte. Auch sind für viele Vorgänge in der Entwickelung der Vegetation, z. B. für die Blüthenbildung oder die Fruchtreife, nicht nur günstige mittlere Temperaturverhältnisse, sondern auch bestimmte hohe Wärmegrade nöthig; diese letzteren können den kleinen phanerogamischen Pflanzen, welche noch an einzelnen Punkten bei 10000 bis 11770 P. F. vorkommen, nur durch die grofse Erwärmung der Bodenoberfläche in ihrer Nähe zugeführt werden.

Die Pflanzen selbst tragen theilweise dazu bei, die Temperatur des Bodens zu modificiren, so dafs sie ihrem Gedeihen förderlicher wird. Der sehr dichte Rasen, welchen einige Hochalpenpflanzen, z. B. *Cherleria sedoides*, *Cerastium latifolium*, *Saxifraga oppositifolia* u. s. w. bilden, beschränkt sehr wesentlich das Eindringen des Wassers in den Boden; derselbe ist unter diesen Pflanzen bei weitem nicht so sehr mit Feuchtigkeit angefüllt, als da wo er nicht von Vegetation bedeckt wird. An der Phanerogamengränze wird das den Boden befeuchtende Wasser vorzüglich durch Schmelzen des Schnees geliefert; die dünne Schneedecke schmilzt gewöhnlich rasch, und über den dichten meist etwas geneigten Rasen läuft dann das Wasser gröfstentheils ab. So werden hier die Erdschichten vor dem Eindringen dieses kalten Wassers geschützt und weniger erkältet als die von Vegetation entblöfsten. Auch wird in diesen letztern bei der Verdunstung des reichlich angehäuften Wassers ebenfalls wieder Wärme gebunden, und auch dadurch bewirkt, dafs bei gleicher Insolation die trockenen, mit Vegetation bedeckten Stellen etwas mehr über die Temperatur der Luft sich erwärmen. Es scheint demnach in diesen grofsen Höhen in Folge der häufigen Befeuchtung des Bodens, insbesondere durch schmelzende Schneelagen, die Temperatur auch im Mittel unter dem Rasen wärmer zu seyn, als in dem freiliegenden (feuchteren) Schuttboden.

Die Erde unter dem Rasen ist zugleich weniger grofsen Kälte- und Wärmeextremen ausgesetzt als die festen Felsen in gleicher Tiefe.

Wenn man die grofsen Unterschiede in der Temperatur des Bodens betrachtet, welche an hohen Standpunkten durch die Exposition des Abhanges, den Schutz desselben vor kalten Winden, die gröfsere oder geringere Entfernung von Schnee- oder Eismassen u. s. w. hervorgebracht werden, so begreift man, warum an einzelnen Stellen, welche vermöge der Bodenform aus der Schneebedeckung hervorragen und gleichsam Inseln wärmeren Bodens bilden, phanerogamische Pflanzen selbst noch 2000 Fufs über der Schneelinie gedeihen können; während an anderen ebenfalls schneefreien Punkten, welche aber diese günstige Lage nicht besitzen, selbst in geringeren Höhen keine Spur von Vegetation oder wenigstens keine Phanerogamen zu entdecken sind.

5) In der Tabelle VI. sind die *Temperaturveränderungen von drei Flüssen* verglichen, welche sich in dem grofsen Becken von Partenkirchen in den bayerischen Alpen vereinigen. Man erhält im Mittel dieser Beobachtungen, die sich zwischen den 5. und 30. September 1852 vertheilen:

Temperatur der Loisach	11,43° C.
» » Partnach	8,64
» » Kanker	11,11
Temperatur der Luft im Schatten zu St. Anton, Mittel des September	12,2
Temperatur des besonnten Bodens in einer Tiefe von 75 Centm. zu St. Anton; Mittel vom 6. bis 27. September	14,4.

Die Temperaturverschiedenheiten dieser drei Flüsse ordnen sich weder nach ihrer Wassermasse, denn hier folgen sich die Loisach, die Partnach und hierauf die weit kleinere Kanker, noch nach ihrer Längenentwickelung. Die letztere beträgt mit Einschlufs der wichtigsten Krümmungen:

bei der Loisach . . . 72000 Par. Fuſs,
bei der Partnach . . . 46300 » »
bei der Kanker . . . 30700 » »

Die weit kältere Temperatur der Partnach scheint vorzugsweise davon abzuhängen, daſs sich in ihr das Wasser von den stellenweise mit Schnee und Eis bedeckten Abhängen des 8000 bis 9000′ hohen Gebirgsstockes der Zugspitze und des Wettersteines vereiniget. Zugleich flieſst die Partnach bis in die Ebene von Partenkirchen mit groſser Schnelligkeit durch ein tief eingeschnittenes und nach Norden gerichtetes Thal. Die Loisach und die Kanker befinden sich hingegen in breiteren Thälern, von denen vorzüglich das letztere der Besonnung sehr zugänglich ist. Dessenungeachtet scheinen alle drei Flüsse im September und wohl überhaupt während der ganzen eisfreien Periode des Jahres kälter zu seyn als die mittlere Temperatur der Luft und als jene des Bodens in einer Tiefe von 75 Centm. Der Grund hiervon dürfte darin zu suchen seyn, daſs alles Wasser aus den höheren und daher kälteren Regionen rasch nach der Tiefe gelangt und noch zum Theil seine niedrige Temperatur mit sich bringt. Ferner ist das Wasser, welches aus den höheren Theilen des Gebirges kömmt, nicht nur kälter durch die geringere Temperatur des Quellwassers, sondern zugleich durch den Zufluſs aus schmelzenden Schneemassen [1]) und aus kleinen Gletschern.

Es müssen daher im allgemeinen die Gewässer, welche aus den Hochregionen [2]) in die Gebirgskessel zusammen-

1) Da im Frühlinge und selbst zur Zeit des Temperaturmaximums im Sommer noch mehr Oberfläche des Hochgebirges mit Schnee bedeckt ist als im Anfange des Herbstes, so wird der Unterschied zwischen Luft- und Wasserwärme im Herbste etwas geringer seyn.

2) In den inneren Theilen der Alpen, in welchen die Bäche aus groſsen Schnee- und Gletschermassen entspringen, werden dieselben im Mittel noch mehr von der Temperatur der Luft abweichen. Vergl. die Beobachtungen der Temperatur einiger Gletscherbäche, in unseren Untersuchungen u. s. w. 1850 S. 286 und die Bemerkungen S. 289 u. 280.

Den erkältenden Einfluſs, welchen die Gletscher auf die Tempera-

strömen, zur Erkältung der Luft und noch weit mehr des Bodens in ihrer Nähe beitragen. Die oft wiederholten kleinen Ueberschwemmungen und die theilweise Versumpfung der Thäler bewirken, dafs sich der erkältende Einflufs der Gebirgsbäche auf die Thalsohle nicht selten weiter erstreckt, als man erwarten sollte.

In den Wintermonaten ist das *Verhältnifs* der Temperatur der *Flüsse* zur Wärme der *Luft* nicht mehr dasselbe; in den Alpen ist dann der nicht gefrierende Theil der Flüsse, welcher fast nur Zuflüsse aus wahren Quellen erhält, entschieden wärmer als die Lufttemperatur. Die letztere beträgt z. B. im Januar bei 2050 P. F. — 2,5° C., bei 4000′ — 5,0°, bei 5900′ — 7,5°.

Bei gröfseren Strömen wird das gegenseitige Verhältnifs des Luft- und Wasserwärme ein ganz anderes.

Renou hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs manche Flüsse in jeder Jahreszeit wärmer sind als die Lufttemperatur. Für die Loire bei Vendôme betrug der Unterschied im Jahresmittel 2,24° C. (*Comptes rendus* 28. Juli 1852). Auch die Beobachtungen von Oscar Valin in Tours ergaben einen ganz ähnlichen Unterschied. Babinet und in Uebereinstimmung mit ihm Renou erklärten diese Erscheinung als abhängig von der Absorption der Wärme durch das Flufsbett, auf welche ein späteres Wiederausstrahlen der Wärme folgt. Sie bezeichnen diese Temperaturerhöhung des Wassers als ganz analog der Erwärmung der Luft in dem von Saussure [1]) angegebenen Heliothermometer [2]).

tur des Bodens in ihrer Nähe ausüben, hat G. Bischof durch interessante Versuche in Grindelwald nachgewiesen. Wärmelehre S. 191 bis 193 und S. 423.

1) Saussure *Voyages* §. 932 und Fourier *Mém. de l'Acad. de Paris VII. p.* 585. Unsere Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 433.

2) Da zu Anfang des Winters der Unterschied zwischen der Luft- und Wasserwärme am bedeutendsten ist, (2,95° C. im November und December bei der Loire), zu einer Zeit also, wo allerdings die Lebhaftigkeit der Besonnung nicht am gröfsten ist, so glaubte Rankine, die Reibung des Wassers wäre die Ursache des Wärmeüberschusses. (Ran-

Die Erwärmung hängt nicht nur von der Insolation und äufseren Lufttemperatur, sondern zugleich von den hydrographischen Verhältnissen wesentlich ab. Die Wassermenge, die Schnelligkeit des Laufes, Zahl und Mächtigkeit der aus Hochgebirgen kommenden Zuflüsse, Durchsichtigkeit des Wassers, am meisten wohl Temperatur und jährliche Vertheilung des atmosphärischen Niederschlages, Unterbrechungen des regelmäfsigen Stromlaufes durch Seen und Sümpfe u. s. w. müssen ebenfalls diese Verhältnisse vielfach modificiren.

Als Beispiel für die Unterschiede, welche hiedurch in dem Gange der Erwärmung verschiedener Flüsse hervorgebracht werden, führe ich nach Bravais [1]) die monatlichen Temperaturen der Rhone und Saône bei Lyon an.

	Rhone.	Saône.	Luft.
Januar	4,2 C.	2,1 C.	— 1,5 C.
Februar	4,6	3,3	3,9
März	6,1	5,0	7,2
April	10,0	10,0	9,0
Mai	15,2	16,1	16,5
Juni	18,7	20,9	21,2
Juli	19,2	21,1	21,9
August	19,6	21,0	20,3
September	17,5	18,7	16,9
October	13,9	13,6	12,2
November	10,1	8,6	9,5
December	6,0	4,5	4,5
Mittel	12,1	12,1	11,9.

kine, *on the causes of the excess of the mean temperatures of rivers. Philos. Mag. Nov.* 1852.) In der *Bibliothèque univers. de Genève* wurde dagegen bemerkt, dafs sich ein ganz entsprechender Wärmeunterschied auch am kleinen See beim St. Bernhard-Hospiz zeigt. Die weniger rasche Abnahme der Wassertemperatur im Herbste wird der grofsen specifischen Wärme des Wassers im Vergleiche zu jener der Luft zugeschrieben.

1) Bravais *Géographie physique de la France p.* 147, in *Patria, ou la France ancienne et moderne etc.*

B. Temperatur der Quellen.

Wenn man die Temperatur einer gröſseren Anzahl von Quellen in einer und derselben Gebirgsgruppe oder in verschiedenen Theilen des Alpenzuges vergleicht, so bemerkt man vielfache und nicht selten sehr bedeutende Unregelmäſsigkeiten.

Unter den Einflüssen, von denen die Temperatur der Quellen wesentlich abhängt, kann man wohl zwei Gruppen unterscheiden. Die eine Gruppe bilden jene allgemeineren klimatischen Verhältnisse, welche sich zwar mit der Höhe ändern, aber in horizontaler Richtung auf ziemlich ausgedehnte Strecken unverändert bleiben, so lange die Bodengestaltung ebenfalls den gleichen Typus beibehält. Die Temperatur der Luft, die Besonnung, die Ausstrahlung des Gesteines, die Menge, Vertheilung und Temperatur der atmosphärischen Niederschläge, die Tiefe der Eisbildung in den lockeren Erdschichten während des Winters, die Dicke der winterlichen Schneedecke, die Höhe der Wolken- und Nebelmassen, welche den Boden berühren etc., dürften unter den klimatischen Verhältnissen zu nennen seyn. Auch die Zuleitung der inneren Erdwärme kann hier noch erwähnt werden, obwohl diese auf die Wärme der Quellen gewiſs nur einen sehr geringen Einfluſs hat. Eine andere Reihe von Einwirkungen auf die Quellenwärme trägt einen weit mehr localen Charakter; in dieser Gruppe dürften wohl vorzüglich die Ursachen für die Störungen in den regelmäſsigen Verhältnissen der Quellentemperatur zu suchen seyn. Als einige der wichtigsten möchte ich folgende anführen: Die Exposition der Abhänge und ihre Beschattung durch gegenüberstehende Berge, die Tiefe, aus der das Quellwasser hervorkommt, die chemischen Zersetzungen im Innern, die Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften des Bodens, seine Feuchtigkeit und Wärmecapacität, die Steilheit der Schichtenstellung, die Zerklüftung des Gesteines besonders in Kalkgebirgen, die unmittelbare Nähe gröſserer perennirender Eismassen unterhalb der Schneegränze etc.

In dieser letzteren Gruppe ist es die Exposition der Abhänge, deren Einwirkung am häufigsten sich bemerkbar macht.

In Lagen, welche der Besonnung sehr zugänglich sind und zugleich vor den kalten Nord- und Nordost-Winden geschützt werden, findet eine bedeutende Erhöhung der Quellentemperatur statt, übereinstimmend mit der gröfseren Wärme der Luft und der oberen Bodenschichten und mit dem höheren Ansteigen der Vegetationsgränzen an diesen Punkten. Als Beispiele können angeführt werden: die Quellen in Bödemié, Arransole, Gabiet, Bionnassay und Chaudane [1]).

Die niedrigen Temperaturen sehr wasserreicher Quellen in Kalkgebirgen [2]), bei welchen das Wasser in den Felsenspalten rasch aus gröfseren Höhen in die Tiefe herabströmt, zeigen der Ursprung der Partnach und der Mariensprung, beide in der Nähe der Zugspitze.

Bei den verschiedenen Ursachen, von welchen die Wärmeverhältnisse der Quellen abhängen [3]), wird es sehr schwierig

1) Vergl. die speciellen Tabellen der beobachteten Quellentemperaturen. Neue Untersuchungen u. s. w. 1854, Cap. VI. S. 212—217.

2) Durch Eis-Ansammlungen, welche sich in den Spalten und Höhlungen im Innern der Kalkgebirge bilden, kann ebenfalls das Quellwasser erkaltet werden. (Viele Beispiele kalter Höhlen, *glacières naturelles*, hat Bravais zusammengestellt. *Patria. Géogr. phys. p.* 146.) In den Alpen dürfte als eines der schönsten Beispiele besonders die Kolowrat-Höhle im Untersberge bei Salzburg zu nennen seyn.

In der Nähe grofser Gletscher kommen sowohl in den Kalkgebirgen als auch in den krystallinischen Gesteinen der Centralalpen zuweilen sehr starke und auffallend kalte Quellen zum Vorschein, deren Wasser durch das Abschmelzen des Gletschereises geliefert wird; diefs beweisen ihr theilweises oder gänzliches Versiegen während des Winters und die trübe, milchige Farbe des Wassers, welche man meistens an ähnlichen Quellen beobachtet. Sie können natürlich in Beziehung auf ihre Temperaturverhältnisse nicht mit den anderen, wahren Quellen verglichen werden, da ihre Wärme zunächst nur von der Masse des Wassers und von der Entfernung abhängt, welche dasselbe von dem Punkte seines Versinkens in den Boden unter dem Gletscher bis zur Ausströmungsöffnung durchlaufen mufs.

3) Vergl. die treffenden Erörterungen über diese Ursachen in Alex. von Humboldt's Kosmos I. S. 228.

rig die Abnahme der Temperatur mit der Höhe zu verfolgen, und einen nur etwas regelmäfsigen Gang für dieselbe aufzufinden. Ich habe jedoch den Versuch gewagt, einige allgemeine Zahlen aus den vorliegenden Daten abzuleiten; ich benützte dazu aufser den Beobachtungen vom Jahre 1851 und 1852 auch jene, welche ich in meiner früheren Abhandlung mitgetheilt habe [1]), ebenso wie die Beobachtungen von Wahlenberg, Unger, Simony, Sendtner u. s. w.

Durch zahlreiche Vergleichungen der verschiedenen Quellen erhielt ich die folgenden Angaben für die Lage der Isogeothermen in den *Centralalpen von Wallis und Savoien*, und in der *nördlichen Nebenzone* der Alpen, welche mit Höhen von 6000 bis 9500′ den Rand des Gebirges in der Schweiz, in Bayern und in Oesterreich bildet. Die mittleren Temperaturen der Luft sind aus der Zusammenstellung meines Bruders entnommen.

In einer zweiten Tabelle sind einige *Beispiele* für die Abnahme der Temperatur in *einzelnen Fällen* gegeben. Es wurden vorzugsweise Quellen von ziemlich gleicher Lage u. s. w. und von nicht zu geringer Höhendifferenz verglichen, da man nur auf diese Weise erwarten darf, ein einigermafsen richtiges Bild von den Veränderungen der Temperatur in verschiedenen Höhen zu erhalten.

1) Es findet sich dort auch die nähere Angabe der Litteratur. Viele interessante Beobachtungen über die Temperatur der Quellen in den östlichen Alpen, in Oesterreich, Steiermark, Kärnthen u. s. w. wurden neuerdings mitgetheilt in Kreils magnetischen und geographischen Ortsbestimmungen im österreichischen Kaiserstaate, und in mehreren Abhandlungen von A. von Morlot, im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt.

I. Höhe der Isogeothermen.

Iso-therme.	Centralalpen von Wallis und Savoien. A. Quellentemperatur. Höhe.	Erheb. für 1° C.	B. Mittlere Jahrestemperatur der Luft. Höhe.	Nördliche Nebenzone der Alpen. A. Quellentemperatur. Höhe.	Erheb. f. 1° Cels.	B. Mittlere Jahrestemperatur der Luft. Höhe.
° Cels.	Par. Fufs.		Par. Fufs.	Par. Fufs.		Par. Fufs.
12,5	830		380 [1])	—		—
		612				
10,0	2360		1660	—		—
		552				
9,0				1600		1500
					613	
7,5	3740		3135	2520		2400
		564			612	
5,0	5150		4500 [2])	4050		3750
		800			688	
2,5	7150		5850	5770		4965
		1033			987	
1,0	circa 8700		6660	7250		5650
0,0	circa 9600 — 9800		7200	circa 8200 — 8300		6100

II. Temperaturabnahme in speciellen Fällen.

A. Quellen in den bayerischen Alpen, in den Umgebungen der Zugspitze; und in der nordöstlichen Schweiz.

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.
Sieben Sprünge 3290′ 6,4°	und	Grainau 2350′ 8,4°	470 Par. Fufs.
Lahnewiesgraben 3680′ 6,0°	und	Grainau	554 »
Partnach 4337′ 3,6°	und	Grainau	414 »
Unterbaustollen 4425′ 4,0°	und	M[illegible]erkahr 59[illegible] 1,9°	724 »
Unterbaustollen	und	Gutes Wasser 6312′ 1,6°	786 »

1) Für die Stationen am Südrande der Alpen.

2) In den unmittelbaren Umgebungen des Monte-Rosa ist die Lufttemperatur zwischen 4000 und 6000′ etwas wärmer.

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.
Mariensprung 4490′ 3,45°	und	Zaünle 4035′ 4,4°	479 Par. Fufs.
Steinerne Hütte 5920′ 2,4°	und	Unterbaustollen	934 »
Gutes Wasser 6312′ 1,6°	und	Sieben Sprünge 3290′ 6,4°	630 »
Thörl 7156′ 1,1°	und	Sieben Sprünge	729 »
Thörl	und	Steinerne Hütte	951 »
Art	und	Kalte Bad, Schlie- 4487′ 5,3° renthal	613 »
Art	und	Brüderen 3178′ 6,8°	508 »
Brüderen	und	Kalte Bad, Schlie- renthal	873 »

B. Quellen im Wallis, in Piemont und Savoien.

Zermatt 5310′ 4,5°	und	Visp. 2253′ 10,6°	501 »
Zermatt	und	Gressoney 4218′ 5,7°	910 »
Viescher-Gletscher 5385′ 4,6°	und	Visp.	522 »
Scarpe Alpe 5579′ 4,0°	und	Zermatt	538 »
Scarpe Alpe	und	Gressoney	801 »
Arransole 6095′ 4,3°	und	Visp.	673 »
Zinkenberg 6593′ 2,9°	und	Zermatt	802 »
Ollen 6815′ 3,1°	und	Zermatt	1075 »
Ollen	und	Arransole	600 »
Turlo 7110′ 2,4°	und	Scarpe Alpe 5579′ 4,0°	957 »
Gabiet 7200′ 2,8°	und	Bödemié 5975′ 4,2°	
Gabiet	und	Arransole	737 »
Moutiers 1510′ 11,3°	und	Grenoble 712′ 12,4°	725 »

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.
Salins 1570' 10,6°	und	Grenoble	477 Par. Fufs.
Chapiuthal 3210' 8,3°	und	das Mittel aus Turin, Grenoble u. Moutiers 991' 12,3°	555 »
Chapiuthal	und	Salins	713 »
Contamines 3711' 7,4°	und	das Mittel aus Turin u. s. w. 991' 12,3°	555 »
Contamines	und	Salins	669 »
Bionnassay 4077' 7,1°	und	das Mittel aus Turin u. s. w.	593 »
Bionnassay	und	Salins	716 »
Chapiu 4850' 5,1°	und	Motet 5808' 4,0°	871 »
Chaudane 5268' 5,3°	und	Bionnassay 4077' 7,1°	662 »
Chaudane	und	Chapiuthal 3210' 8,3°	686 »
Combalsee 5950' 3,4°	und	Chapiu 4850' 5,1°	647 »

Ich möchte hier wiederholt darauf aufmerksam machen, wie wir bereits früher gethan [1]), dafs die Bedeutung ähnlicher Mittelwerthe weit weniger darin liegt, dafs sie eine Hülfe für *approximative Schätzungen* gewähren; sie dienen vielmehr hauptsächlich dazu, eine *allgemeine und übersichtliche Vergleichung* verwandter Erscheinungen in verschiedenen Länderstrichen und unter verschieden äufseren Bedingungen zu erleichtern.

In speciellen Fällen und für kleinere Partieen des Gebirges können sehr bedeutende Abweichungen von den hier gegebenen Mitteln stattfinden, da die letzteren nur die Verhältnisse der Quellentemperatur in den allgemeinsten und häufigsten Fällen für ausgedehntere Theile der Alpen veranschaulichen.

Es wird zwar noch weiterer Beobachtungen bedürfen, um die mittlere Höhe der Isogeothermen, welche ich in

1) Untersuchungen u. s. w. S. 340.

Tabelle I darzustellen versuchte, mit der wünschenswerthen Genauigkeit festzustellen; dennoch dürfte es erlaubt seyn schon jetzt einige allgemeine Resultate etwas näher zu betrachten.

Die Erhebung, welche der Verminderung der Quellentemperatur um 1° *C. entspricht, scheint im Mittel, vom Fufse der Alpen bis zur Isogeothermenfläche von* + 1°, *ungefähr* 700 *bis* 730 *Par. Fufs., in runder Zahl* 120 *Toisen zu betragen.* In den Centralalpen von Wallis und Savoien erhält man, wenn man das Mittel aus den Abnahmen zwischen den einzelnen Isothermen nimmt, 712′, in der nördlichen Nebenzone der Alpen 725′.

Die in der zweiten Tabelle enthaltenen Zahlen würden im Mittel etwas weniger ergeben (690′), weil die Mehrzahl der Quellen, welche hier zur Vergleichung benutzt werden konnten, zwischen Höhen von 2000′ und 6000 bis 6500 liegen.

Das Resultat, welches ich für die Abnahme der Quellentemperatur fand, ist etwas kleiner als jenes, welches Kämtz aus den 19 Beobachtungen Wahlenberg's abgeleitet hat (150 Toisen für 1° C.).

Jedenfalls ist die Abnahme der Quellentemperatur langsamer als jene der mittleren Jahrestemperatur, welche in den Alpen 540 *P. F.* (90 *Toisen*) *für* 1° *C. beträgt. Die Quellen in den Alpen sind im allgemeinen im gleichen Niveau wärmer als die mittlere Lufttemperatur; der Unterschied zwischen Luft- und Quellenwärme wächst mit der Höhe.*

Noch ist zu bemerken, dafs die Abnahme der Quellentemperatur in gröfseren Höhen, besonders bei Quellen von 3° bis 1° C., langsamer zu werden scheint als im Mittel und als in den tieferen Theilen des Gebirges, obgleich eine vermehrte Anzahl von Beobachtungen nöthig seyn wird, besonders um die Höhendifferenz, welche hier einer Temperaturveränderung von 1° C. entspricht, sicherer zu bestimmen. Es würde dieses der Annahme entgegen seyn, welche ich früher, wo mir weit weniger Quellen zur Vergleichung zu Gebote standen, für wahrscheinlicher hielt;

ich glaubte damals, dafs die Abnahme der Temperatur bei den höchsten Quellen rascher würde, wofür mir auch die Analogie mit der Verminderung der mittleren Lufttemperatur zu sprechen schien, welche in gröfseren Höhen rascher vor sich geht als an den tieferen Stationen.

Bemerkenswerth ist die langsame Abnahme der Quellentemperatur in den Alpen, wenn man sie mit der raschen *Zunahme* der Wärme gegen das Innere der Erde vergleicht. Für die letztere nimmt Alexander von Humboldt[1]) als die wahrscheinlichste Zahl 92 Par. Fufs bei einer Erhöhung der Erdtemperatur um 1° C. an; so dafs sich die Zunahme der Wärme nach der Tiefe zur Abnahme der Quellentemperatur mit der Höhe ungefähr verhalten würde, wie 1 : 7,8.

Bei Vergleichung der *Quellentemperatur in verschiedenen Gruppen der Alpen* bemerkt man eine Zunahme derselben in den südlichen Theilen; jedoch dieser Einflufs allein würde nicht genügen, um die Verschiedenheiten in der Höhe der Isogeothermen zu erklären, welche man oft in nur wenig entfernten Alpengruppen findet. Diese Unterschiede weisen im Gegentheil auf den constanten Zusammenhang hin, welcher zwischen der Wärme des Bodens auf der einen und zwischen der Gestaltung und der mittleren Erhebung der Bergketten auf der anderen Seite besteht. *Die Temperatur des Bodens ist bei gleicher Höhe nicht dieselbe in dem ganzen Alpenzuge; die isothermen Flächen, welche die Punkte gleicher mittlerer Quellenwärme verbinden, erheben sich im Gegentheil, abgesehen von dem Einflufs der geographischen Breite, im allgemeinen um so mehr über das Niveau des Meeres, je bedeutender die mittlere Erhebung des Bodens ist.* Diese Erscheinung ist analog den grofsen Differenzen der Temperatur und des Climas, welche im allgemeinen zwischen den freien Rändern eines Plateaus und zwischen seinen centralen Theilen bei gleicher Höhe bestehen, ein Unterschied, dessen Kenntnifs man zuerst Alex. von Humboldt's Beobachtungen in Amerika verdankt. Die Krüm-

1) Kosmos I, S. 181 und 426.

mung der Isogeothermen in den verschiedenen Alpengruppen schliefst sich an die allgemeinen Gesetze der Vertheilung der Wärme in einem festen Körper von wechselnder Dicke an, mit welchem man das Relief der Alpen vergleichen könnte. Die centralen Gruppen, welche mehr zusammenhängende Massen bilden und eine sehr bedeutende und gleichmäfsige Erhebung nicht nur der Kämme und Gipfel sondern auch der Thalsohlen zeigen, erwärmen sich weit mehr unter dem Einflusse der Insolation; zugleich verlieren sie auch die empfangene Wärme weniger leicht durch Strahlung oder durch Contact mit kalten Luft- und Wolkenmassen, als isolirte Berge.

Auch jener Theil der Erdwärme, der vielleicht aus dem Inneren noch bis zu den Schichten empordringt, in denen die Quellen entstehen, mufs in Gebirgstheilen von grofser Massenerhebung besser zugeleitet werden [1]).

Bei Vergleichung der Bodentemperatur in Alpengruppen von verschiedener mittlerer Höhe müssen auch alle anderen Umstände sorgfältig berücksichtiget werden, welche auf das Clima überhaupt und auf die Wärme der Quellen insbesondere von Einflufs sind. Unter diesen erwähne ich zum Beispiel die allgemeine Richtung und Exposition der Gebirgszüge, die Weite der Thäler und die davon abhängige directe Besonnung der Thalsohle etc. Auch die Richtung des Schichtenfalles wirkt bisweilen in ähnlicher Weise störend ein, da die Quellen vorzugsweise in der Richtung der Schichtenflächen sich sammeln und auf jener Seite zu Tage kommen, wo die Schichten*enden* sich befinden, während die entgegengesetzten, von den Schichten*köpfen* gebildeten Abhänge oft sehr wasserarm sind.

Dadurch kann es geschehen, dafs in einer Gebirgsgruppe die Quellen vorzüglich auf der besonnten Seite der Berge

1) Um Wiederholungen zu vermeiden, mufs ich hier auf die vierte Abtheilung unserer oben citirten »Neuen Untersuchungen u. s. w. 1854« verweisen. Wir haben uns dort bemüht den Einflufs, welchen die Bodengestaltung und die mittlere Erhebung der verschiedenen Alpengruppen auf die climatischen Verhältnsise im allgemeinen und auf die Vertheilung der Vegetation ausüben, näher zu entwickeln.

sich befinden, während in der *anderen* sich hauptsächlich nur Quellen an weniger besonnten Abhängen oder in schattigen *Thalschluchten* zur Vergleichung darbieten; es können so in einzelnen Fällen manche Anomalien entstehen, besonders wenn die Beobachtungen nicht auf einem gröfseren Flächenraume vertheilt sind.

Der Einflufs der verschiedenen Massenerhebung auf die Bodenwärme zeigt sich besonders deutlich, wenn man, wie ich in meiner früheren Abhandlung zu thun versuchte, die Quellen in den Centralalpen von Tyrol und Kärnthen [1]) mit jenen in den Kalkalpen vergleicht, welche nur etwa $\frac{1}{2}$ Grad nördlicher liegen, aber bedeutend niedriger sind.

Ein schönes Beispiel für die Abhängigkeit der Quellentemperatur von der Höhe und der Gestaltung der Gebirge und für die rasche Erkältung derselben an freien Gipfeln bieten die Beobachtungen in der Auvergne, welche ich im Herbste 1851 anzustellen Gelegenheit hatte.

Quellen in den vulkanischen Gebirgen der Auvergne.

No.	Quellen.	Höhe.	Temperatur.	Erhebung für 1° C. verglichen mit	
		Par. Fufs	Cels.	1. Royat.	7. Dogne.
1.	Royat	1533	10,6	—	478
2.	Fontanas	2426	8,2	372	526
3.	La Font de l'Arbre	2478	8,1	378	526
4.	Murat-la-Quayre	3140	7,9	595	415
5.	Bains du Mont-Dore	3255	6,5	420	544
6.	Fufs des Capucin	3300	6,9	478	479
7.	Dogne und Dore	5215	2,9	478	—

Bains du Mont-Dore verglichen mit
Font de l'Arbre 486
Fufs des Capucin verglichen mit Font de l'Arbre . 685
Mittel 490 P. F.

1) Ich habe nicht gewagt aus den früher mitgetheilten Beobachtungen in der Tauernkette der östlichen Centralalpen ebenso bestimmte Zahlen für die Höhe einzelner Isogeothermen abzuleiten, wie ich es für die Centralalpen von Wallis und Savoyen und für die nördliche Nebenzone der Alpen in der Tabelle S. 594 thun konnte. Da die Beobachtungen in den Tauern nur auf einen verhältnifsmäfsig kleinen Flächenraume vertheilt sind, so kann man bei den vielfachen Veränderungen, welche die Temperatur der Quellen durch die Exposition der Abhänge, die physikalischen Eigenschaften des Bodens und die Ursprungsverhältnisse der Quellen u. s. w. erfährt, nicht erwarten, Mittel zu erhalten, in welchen sich diese verschiedenen Einflüsse ungefähr das Gleichgewicht halten würden.

Die Vergleichungen in der vorhergehenden Tabelle scheinen zu zeigen, *dafs die Abnahme der Quellentemperatur in diesen schmalen und verhältnifsmäfsig niedrigen Bergketten, deren höchste Gipfel* 4544 *P. F.* (*Puy de Dôme*) *und* 5834' (*Puy de Sancy*) *erreichen, weit rascher vor sich geht als in den Alpen.*

VI. *Ueber das mechanische Wärme-Aequivalent; von James Prescott Joule, zu Oak Field bei Manchester.*

(*Philosoph. Transact. f.* 1850, *pt.* 1.)

Dem der K. Gesellschaft vor einigen Jahren gegebenen Versprechen gemäfs, habe ich nun die Ehre, derselben die Resultate der Versuche vorzulegen, welche ich angestellt, um das mechanische Wärme-Aequivalent mit Genauigkeit zu bestimmen. Ich werde mit einem kurzen Abrifs der Fortschritte der mechanischen Wärme-Lehre beginnen, mich jedoch auf diejenigen Untersuchungen zu beschränken suchen, die mit meinem Gegenstande in unmittelbarem Zusammenhange stehen, werde also die werthvollen Arbeiten des Hrn. Forbes und anderer ausgezeichneten Männer über die strahlende Wärme nicht in Betracht ziehen.

Seit langer Zeit ist es eine Lieblingshypothese gewesen, die Wärme als »eine den Körpern angehörige Kraft (*force or power*)« anzusehen [1]), allein dem Grafen Rumford war es vorbehalten, die ersten Versuche entschieden zu Gunsten dieser Ansicht anzustellen. Dieser mit Recht berühmte Physiker bewies durch seine sinnreichen Versuche, dafs die sehr grofse Wärmemenge, welche beim Bohren von Kanonen erregt wird, nicht einer Aenderung der Wärmecapacität des Metalls zugeschrieben werden kann, und schlofs daher, dafs sie aus einer Mittheilung der Bewegung des Boh-

1) *Crawford*, *on Animal Heat*, *p.* 15.

rers an die Metalltheilchen entspringen müsse. Es scheint mir — sagt er — ungemein schwierig, wenn nicht unmöglich, sich deutlich etwas Anderes als Bewegung zu denken, welches fähig wäre, so erregt und mitgetheilt zu werden, wie es in diesen Versuchen mit der Wärme der Fall war [1]).

Einer der wichtigsten, aber bisher wenig beachteten Theile der Abhandlung des Grafen Rumford ist der, in welchem er von der Gröfse der zur Hervorbringung eines gewissen Wärmebetrages erforderlichen mechanischen Kraft eine Schätzung macht. Sich auf seinen dritten Versuch beziehend, bemerkt er, dafs die gesammte Menge eiskalten Wassers, welche innerhalb $2^h\ 30^m$ mittelst der durch die Reibung erzeugten Wärme, um 180° F. oder bis zum Sieden erhitzt werden konnte, 26,58 Pfund betragen hätte [2]). Auf der nächsten Seite giebt er an, dafs die zu dem Versuch angewandte Maschinerie mit Leichtigkeit durch die Kraft *eines* Pferdes herumgedreht werden konnte (obwohl dazu in Wirklichkeit, um die Arbeit zu erleichtern, zwei Pferde angewandt wurden). Nun schätzt Watt eine Pferdekraft auf 33000 Fufs-Pfunde pro Minute, und deshalb wird sie, drittehalb Stunden unterhalten, 4 950 000 Fufs-Pfunde betragen, was nach des Grafen Rumford Versuch aequivalent ist mit 26,58 Pfund Wasser erwärmt um 180° F. Die Wärmemenge also, erforderlich um 1 Pfund Wasser um 1° F. zu erwärmen, wird aequivalent seyn der Kraft, die durch 1034 Fufs-Pfunde vorgestellt ist. Diefs Resultat entfernt sich nicht sehr von dem, welches ich aus meinen eigenen, in dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen hergeleitet habe, nämlich 772 Fufs-Pfunde; und es mufs bemerkt werden, dafs der Ueberschufs bei Rumford's Aequivalent gerade so ist, wie er sich aus dem von ihm selbst erwähnten Umstande »dafs weder die in der Holzbüchse angehäufte, noch die während des Versuchs zerstreute Wärme in Betracht gezogen worden« hätte voraussehen lassen.

1) *An Inquiry concerning the Source of Heat which is excited by Friction* (*Phil. Transact. abridged Vol. XVIII. p.* 286).
2) *Ib. p.* 283.

Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts veröffentlichte Sir Humphry Davy in Dr. Beddoes's *West Country Contributions* einen Aufsatz, betitelt: »*Researches on Heat, Light and Respiration*«, in welchem er die Ansichten des Grafen Rumford umständlich bestätigte. Als im Vacuum einer Luftpumpe zwei Eisstücke gegen einander gerieben wurden, schmolz ein Theil von ihnen, obgleich er den Behälter unter dem Nullpunkt hielt. Dieser Versuch war für die Lehre von der Inmaterialität der Wärme um so entschiedener günstig, als die Wärmecapacität des Eises geringer ist als die des Wassers. Mit gutem Grund zog also Davy den Schluſs daraus, »daſs die unmittelbare Ursache der Wärme-Erscheinungen Bewegung sey, und daſs die Gesetze ihrer Mittheilung genau dieselben seyen wie die der Mittheilung der Bewegung«[1]).

Dulong's Untersuchungen über die specifische Wärme elastischer Flüssigkeiten wurden durch die Entdeckung der merkwürdigen Thatsache belohnt, »daſs alle elastischen Flüssigkeiten, genommen in gleichen Volumen, bei derselben Temperatur und unter demselben Druck, wenn sie um denselben Bruchtheil ihres Volums zusammengedrückt oder ausgedehnt werden, *dieselbe absolute Wärmemenge* entwickeln«[2]). Dieſs Gesetz ist für die Wärmetheorie von äuſserster Wichtigkeit, in sofern es beweist, daſs unter gewissen Umständen der Wärme-Effect proportional ist der aufgewendeten Kraft.

Im J. 1834 bewies Faraday die »Intensität der chemischen und elektrischen Kräfte«. Dieses und andere später von dem groſsen Mann entdeckten Gesetze zum Erweise der Beziehungen, welche zwischen Magnetismus, Elektricität und Licht vorhanden sind, haben ihn vermocht die Idee auszusprechen, daſs die sogenannten imponderablen Körper nur die Exponenten verschiedener Kraftformen seyen. Hr. Grove und Hr. Mayer haben sich auch stark für ähnliche Ansichten erklärt.

1) *Elements of Chemical Philosophy p.* 94.
2) *Mém. de l'acad. des Sciences T. X. p.* 188.

Meine eigenen Versuche über diesen Gegenstand begannen 1840, in welchem Jahre ich der K. Gesellschaft meine Entdeckung des Gesetzes der durch Volta'sche Elektricität entwickelten Wärme mittheilte, eines Gesetzes, aus welchem ich die unmittelbaren Schlüsse zog: 1) Dafs die durch ein Volta'sches Paar entwickelte Wärme *caeteris paribus* proportional ist der Intensität oder elektromotorischen Kraft desselben [1]), und 2) dafs die bei der Verbrennung eines Körpers entwickelte Wärme proportional ist der Intensität seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff [2]). So gelang es mir Beziehungen zwischen Wärme und chemisher Verwandtschaft festzustellen. Im Jahre 1843 zeigte ich, dafs die durch Magneto-Elektricität entwickelte Wärme proportional ist der aufgewendeten Kraft; und dafs die Kraft der elektro-magnetischen Maschine aus der Kraft der chemischen Verwandtschaft in der Batterie entspringt, eine Kraft, die sonst in Form von Wärme entwickelt seyn würde. Nach diesen Thatsachen hielt ich mich für berechtigt auszusprechen: »dafs die Wärmemenge, welche die Temperatur eines Pfundes Wasser um einen Grad Fahrenheit zu erhöhen vermag, einer mechanischen Kraft, die 883 Pfund senkrecht einen Fufs hoch heben könne, gleich sey oder sich in dieselbe verwandeln lasse [3]).«

In einem späteren, 1844 vor der K. Gesellschaft gelesenen Aufsatz bemühte ich mich zu zeigen, dafs die bei Verdünnung oder Verdichtung der Luft verschwindende oder entwickelte Wärme proportional sey der bei diesen Operationen entwickelten oder verbrauchten Kraft [4]). Die aus diesen Versuchen abgeleitete quantitative Beziehung zwischen Kraft und Wärme ist fast identisch mit der, welche sich aus den eben erwähnten elektro-magnetischen Versuchen ergiebt, und sie ist auch bestätigt durch die Versuche des Hrn. Seguin über die Ausdehnung des Dampfs [5]).

1) *Phil. Mag, Vol. XIX. p.* 275.
2) *Ib. Vol. XX. p.* 111.
3) *Ib. Vol. XXIII. p.* 441.
4) *Ib. Vol. XXVI. p.* 375. 379.
5) *Compt. rend. T. XXV. p.* 421.

Aus der Erklärung, welche Graf Rumford von der Wärme-Entwicklung bei Reibung starrer Körper gegeben hat, hätte sich als nothwendig voraussehen lassen, dafs auch bei der Reibung flüssiger und gasförmiger Körper eine Wärme-Entwicklung zu entdecken wäre. Ueberdiefs giebt es manche Thatsache, z. B. die Wärme des Meeres nach einigen Tagen stürmischen Wetters, die seit lange insgemein der Reibung der Flüssigkeiten zugeschrieben worden ist. Defsungeachtet hat die wissenschaftliche Welt, eingenommen von der Hypothese, dafs die Wärme eine Substanz sey, und befangen in den Schlüssen, welche Pictet aus nicht hinlänglich empfindlichen Versuchen zog, fast einmüthig die Möglichkeit der Erzeugung von Wärme auf diesem Wege geläugnet. Die ersten Versuche, in welchen eine Wärme-Entwicklung durch Reibung von Flüssigkeit behauptet worden, sind, meines Wissens, die von Mayer i. J. 1842 [1]), welcher angiebt, dafs er Wasser durch Schütteln von 12° C. bis 13° C. in seiner Temperatur erhöht habe, ohne jedoch anzuführen, wie viel Kraft er angewandt und welche Vorsichtsmaafsregeln er zur Erlangung eines sicheren Resultats getroffen. Im J. 1843 sprach ich die Thatsache aus: »dafs bei dem Durchgang des Wassers durch enge Röhren Wärme entwickelt werde [2]), und dafs jeder Grad Wärme für ein Pfund Wasser zu seiner Entwicklung auf diese Weise eine mechanische Kraft erfordere, die durch 770 Fufs-Pfunde vorgestellt wird. Später, im J. 1845 [3]) und 1847 [4]), wandte ich ein Schaufelrad an, um die Reibung der Flüssigkeit zu bewirken, und erhielt respective durch Schütteln von Wasser, Wallrathöl und Quecksilber, die Aequivalente 781,5, 782,1 und 787,6. Resultate, welche mit einander und mit den früher aus Versuchen mit elastischen Flüssigkeiten und der elektro-magnetischen Maschine abgeleiteten so nahe übereinstimmten, liefsen bei mir keinen

1) Annalen von Wöhler und Liebig, Mai 1842.
2) *Phil. Mag. Vol. XXIII. p.* 442.
3) *Ib. Vol. XXVII. p.* 205.
4) *Ib. Vol. XXXI. p.* 173 und *Compt. rend. T. XXV. p.* 309. (Ann. Bd. 73, S. 479.)

Zweifel an dem Daseyn einer Aequivalenz zwischen Kraft und Wärme übrig; doch schien es mir von der höchsten Wichtigkeit zu seyn, diese Beziehung mit gröfserer Genauigkeit festzustellen. Diefs habe ich in der gegenwärtigen Abhandlung versucht.

Beschreibung des Apparats.

Die angewandten Thermometer waren kalibrirt und graduirt nach der zuerst von Hrn. Regnault angegebenen Methode. Zwei von ihnen, welche ich *A* und *B* nennen will, waren von Hrn. Dancer in Manchester verfertigt, das dritte, das mit *C* bezeichnet sey, von Hrn. Fastré in Paris. Die Graduirung dieser Instrumente war so genau, dafs sie auf etwa 0,01 Grad F. übereinstimmten. Ich besafs auch noch ein anderes genaues Instrument von Hrn. Dancer, welches sowohl den Frost- als den Siedpunkt umfafste. Der letztere Punkt war bei diesem Normalthermometer auf die gewöhnliche Weise bestimmt, durch Eintauchung der Kugel und des Stiels in den Dampf, der sich aus einer bedeutenden Menge rasch siedenden Wassers erhob. Während des Versuchs war der Barometerstand 29,94 Zoll und die Lufttemperatur 50° F., so dafs der beobachtete Siedpunkt nur einer sehr kleinen Berichtigung bedurfte, um ihn auf den in Frankreich und wie ich glaube allgemein auf dem Continent gebräuchlichen bei 0,760 Meter und 0° C. zurückzuführen, welchen ich wegen der grofsen Zahl von genauen thermometrischen Untersuchungen, die auf dieser Basis beruhen [1]), ebenfalls angewandt habe. Die Werthe der Scalen von *A* und *B* wurden ermittelt, indem ich diese Thermometer neben dem Normalthermometer in grofsen, beständig auf verschiedene Temperaturen gehal-

1) Ein Barometerstand von 30 Zoll Quecksilber bei 60° wird in England allgemein angewandt und stimmt glücklicherweise fast genau mit dem continentalen Normalstand. In dem »*Report of the Comittee appointed by the Royal Society to consider the best method of adjusting the Fixed Points of Thermometers*« (*Phil. Transact. abridged XIV. p.* 258) ist der Druck 29,0 Zoll empfohlen, allein die Temperatur nicht genannt, ein merkwürdiger Mangel in einem sonst so genauen Werk.

tenen Wassermassen aufhing. Der Werth der Scale von *C* wurde durch Vergleich mit *A* bestimmt. So fand sich, dafs die Anzahl der einem Grad. F. entsprechenden Abtheilungen in den Thermometern *A*, *B* und *C* respective 12,951, 9,829 und 11,647 waren. Und da ich durch fortwährende Uebung im Stande bin $\frac{1}{20}$ einer Abtheilung mit blofsem Auge abzulesen, so folgt, dafs ich die Temperatur bis auf $\frac{1}{200}$ eines Fahr. Grades zu schätzen vermochte.

Fig. 6 Taf. I. [1]) stellt einen verticalen, und Fig. 7 einen horizontalen Durchschnitt des zur Hervorbringung der Reibung des Wassers angewandten Apparates vor, bestehend aus einem Schaufelrad mit acht Reihen rotirender Arme *a, a*, etc., die zwischen vier Reihen stillstehender Flügel *b, b*, etc. hindurchgehen, welche auch aus Messingblech geschnitten und an einem Rahmwerk befestigt sind. Die Messingaxe des Schaufelrades lief leicht, aber ohne Wanken, in ihren Lagern bei c, c_1 und bei *d* war sie unterbrochen durch ein Stück Buchsholz, um die Fortleitung der Wärme in dieser Richtung zu verhindern.

Fig. 8 stellt das Kupfergefäfs vor, in welches der Rotationsapparat fest eingelassen ward. Es hatte einen kupfernen Deckel, dessen Rand auf den Rand des Gefäfses vollkommen wasserdicht aufgeschraubt werden konnte, indem ein Lederring gesättigt mit Bleiweifs dazwischen gelegt wurde. In dem Deckel waren zwei Dillen *a* und *b*, die erstere für die Axe des Rotationsapparats ohne sie zu berühren, und die letztere zur Einlassung des Thermometers.

Aufser dem obigen hatte ich einen ähnlichen Apparat zu den Versuchen über die Reibung des Quecksilbers; er ist in Fig. 9, 10 und 11 abgebildet. Von dem schon beschriebenen wich er ab in Gröfse, in der Zahl der Flügel, von denen sechs rotirten und acht stillstanden, und im Material, welches für das Schaufelrad Schmiedeisen, und für Gefäfs und Deckel Gufseisen war.

Um meine Versuche auf die Reibung starrer Körper auszudehnen, verschaffte ich mir auch den in Fig. 12 ab-

1) Die dem zweiten Hefte dieses Ergänzungsbandes beiliegt. P.

gebildeten Apparat, in welchem *aa* die Axe ist, die mit dem abgeschrägten Gufseisen-Rad *b*, dessen Rand genau abgedreht ist, rotirt. Mittelst des Hebels *c*, welcher in seiner Mitte zur Durchlassung der Axe einen Ring und zwei kurze Arme *d* hatte, konnte das schief abgedrehte Gufseisenrad *e* gegen das rotirende Rad geprefst werden. Der Grad der angewandten Kraft konnte mit der Hand regulirt werden mittelst eines Holzhebels *f*, der an dem senkrechten Eisenstab *g* safs. Fig. 13 stellt den Apparat in seinem gufseisernen Gefäfs vor.

Fig. 14 ist eine perspectivische Ansicht des Apparats, der angewandt wurde, um den eben oben beschriebenen Frictions-Apparat in Bewegung zu setzen. *aa* sind hölzerne Rollen, 1 Fufs im Durchmesser und 2 Zoll dick, versehen mit hölzernen Wellen *bb, bb,* 2 Zoll im Durchmesser, und Stahlaxen *cc, cc,* einen Viertelzoll im Durchmesser. Die Rollen waren genau abgedreht und einander gleich. Ihre Axen ruhten auf messingenen Frictionsrädern *dddd, dddd,* deren Stahlaxen in durchlöcherten Messingplatten liefen, die an einem sehr starken, an den Mauern des Gemaches [1]) befestigten Rahmwerk von Holz safsen.

Die Bleigewichte *e, e,* welche, das Stück, in einigen der folgenden Versuche etwa 20 Pfd., in anderen etwa 18 Pfd. wogen, hingen an Schnüren von den Wellen *bb, bb* herab; und eine dünne Schnur verknüpfte die Rollen *aa* mit der mittleren Walze *f*, welche mittelst eines Stiftes leicht mit der Axe des Frictionsapparates verknüpft oder von ihr abgelöst werden konnte.

Der hölzerne Stuhl *g*, auf welchem der Frictionsapparat stand, hatte eine Anzahl von Schlitzen, die so ausgeschnitten waren, dafs das Holz nur in wenigen Punkten mit dem Metall in Berührung kam, während die Luft fast überall freien Zutritt zu demselben hatte. Auf diese Weise war die Fortleitung der Wärme durch den Stuhl vermieden.

1) Dasselbe war ein geräumiger Keller, der den Vortheil darbot, dafs er eine weit gleichförmigere Temperatur besafs als irgend ein anderes Laboratorium, welches ich hätte benutzen können.

Ein grofser (in der Figur nicht abgebildeter) Holzschirm verhinderte die Wirkung der von der Person des Beobachters ausstrahlenden Wärme vollständig.

Die Methode des Experimentirens war folgende. — Nachdem die Temperatur des Frictionsapparats ermittelt, und die Gewichte mit Hülfe des Rahmens *h* aufgewunden worden, wurde die Walze wieder auf der Axe befestigt. Die Höhe der Gewichte über dem Fufsboden wurde mittelst der Holzscalen *k, k* genau bestimmt, die Walze in Freiheit gesetzt und rotiren gelassen bis die Gewichte den gepflasterten Boden des Laboratoriums erreicht hatten. Darauf brachte man die Walze wieder auf den Rahmen, wand die Gewichte abermals auf und erneute die Reibung. Nachdem diefs zwanzig Male wiederholt worden, wurde der Versuch mit einer abermaligen Beobachtung der Temperatur des Apparats geschlossen. Die mittlere Temperatur des Laboratoriums wurde durch Beobachtungen zu Anfang, in der Mitte und am Ende eines jeden Versuchs bestimmt.

Vor und nach jedem Versuch machte ich eine Bestimmung des Effects der Wärme-Strahlung und -Leitung zu oder von der Atmosphäre auf die Erniedrigung oder Erhöhung der Temperatur des Frictionsapparats. Bei diesen Bestimmungen war die Stellung des Apparats, die Menge des darin enthaltenen Wassers, die verwandte Zeit, die Methode des Ablesens der Thermometer, der Stand des Beobachters, kurz jeder Umstand, mit Ausnahme, dafs sich der Apparat in Ruhe befand, genau so wie bei den Versuchen, bei welchen die Wirkung der Reibung beobachtet wurde.

Versuchsreihe I. — Reibung von Wasser.

Die Bleigewichte, nebst dem Theil der mit ihnen verbundenen Schnur, der zur Vermehrung des Drucks diente, wogen 203066 Grn. und 203086 Grn. Geschwindigkeit des Herabsinkens der Gewichte = 2,42 Zoll pro Sekunde. Dauer eines jeden Versuchs = 35 Minuten. Lufttemperatur durch Thermometer *B* bestimmt, Wassertemperatur durch *A*.

Tafel I.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung [1]).	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen Mittel aus Kolumne 5 u. 6 u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats zu Anfange des Versuchs.	6. Temperatur des Apparats zu Ende des Versuchs.	7. Gewinn oder Verlust an Wärme während d. Versuchs [2]).
1 R.	1256,96	57°,698	2°,252 —	55°,118	55°,774	0°,656 G.
St.	0	57 ,868	2 ,040 —	55 ,774	55 ,882	0 ,108 G.
2 R.	1255,16	58 ,085	1 ,875 —	55 ,882	56 ,539	0 ,657 G.
St.	0	58 ,370	1 ,789 —	56 ,539	56 ,624	0 ,085 G.
3 R.	1253,66	60 ,788	1 ,596 —	58 ,870	59 ,515	0 ,645 G.
St.	0	60 ,926	1 ,373 —	59 ,515	59 ,592	0 ,077 G.
4 R.	1252,74	61 ,001	1 ,110 —	59 ,592	60 ,191	0 ,599 G.
St.	0	60 ,890	0 ,684 —	60 ,191	60 ,222	0 ,031 G.
5 R.	1251,81	60 ,940	0 ,431 —	60 ,222	60 ,797	0 ,575 G.
St.	0	61 ,035	0 ,237 —	60 ,797	60 ,799	0 ,002 G.
6 St.	0	59 ,675	0 ,125 +	59 ,805	59 ,795	0 ,010 V.
R.	1254,71	59 ,919	0 ,157 +	59 ,795	60 ,357	0 ,562 G.
7 St.	0	59 ,888	0 ,209 —	59 ,677	59 ,681	0 ,004 G.
R.	1254,02	60 ,076	0 ,111 —	59 ,681	60 ,249	0 ,568 G.
8 St.	0	58 ,240	0 ,609 +	58 ,871	58 ,828	0 ,043 V.
R.	1251,22	58 ,237	0 ,842 +	58 ,828	59 ,330	0 ,502 G.
9 R.	1253,92	55 ,328	0 ,070 +	55 ,118	55 ,678	0 ,560 G.
St.	0	55 ,528	0 ,148 +	55 ,678	55 ,674	0 ,004 V.
10 St.	0	54 ,941	0 ,324 —	54 ,614	54 ,620	0 ,006 G.
R.	1257,96	54 ,985	0 ,085 —	54 ,620	55 ,180	0 ,560 G.
11 St.	0	55 ,111	0 ,069 +	55 ,180	55 ,180	0 ,000
R.	1258,59	55 ,229	0 ,227 +	55 ,180	55 ,733	0 ,553 G.
12 R.	1258,71	55 ,433	0 ,238 +	55 ,388	55 ,954	0 ,566 G.
St.	0	55 ,687	0 ,265 +	55 ,954	55 ,950	0 ,004 V.
13 R.	1257,91	55 ,677	0 ,542 +	55 ,950	56 ,488	0 ,538 G.
St.	0	55 ,674	0 ,800 +	56 ,488	56 ,461	0 ,027 V.
14 St.	0	55 ,579	0 ,583 —	54 ,987	55 ,006	0 ,019 G.
R.	1259,69	55 ,864	0 ,568 —	55 ,006	55 ,587	0 ,581 G.
15 St.	0	56 ,047	0 ,448 —	55 ,587	55 ,612	0 ,025 G.
R.	1259,89	56 ,182	0 ,279 —	55 ,612	56 ,195	0 ,583 G.
16 R.	1259,64	55 ,368	0 ,099 +	55 ,195	55 ,739	0 ,544 G.
St.	0	55 ,483	0 ,250 +	55 ,739	55 ,728	0 ,011 V.
17 R.	1259,64	55 ,498	0 ,499 +	55 ,728	56 ,266	0 ,538 G.
St.	0	55 ,541	0 ,709 +	56 ,266	56 ,235	0 ,031 V.
18 St.	0	56 ,769	1 ,512 —	55 ,230	55 ,284	0 ,054 G.
R.	1260,17	56 ,966	1 ,372 —	55 ,284	55 ,905	0 ,621 G.
19 St.	0	60 ,058	1 ,763 —	58 ,257	58 ,334	0 ,077 G.
R.	1262,24	60 ,112	1 ,450 —	58 ,334	58 ,990	0 ,656 G.
20 St.	0	60 ,567	1 ,542 —	58 ,990	59 ,060	0 ,070 G.
R.	1261,94	60 ,611	1 ,239 —	59 ,060	59 ,685	0 ,625 G.

1) R. bedeutet Reibung, St. Strahlung.

2) G. bedeutet Gewinn, V. Verlust.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen Mittel aus Kolumne 5 u. 6. u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats zu Anfange des Versuchs.	6. Temperatur des Apparats zu Ende des Versuchs.	7. Gewinn oder Verlust an Wärme während d. Versuchs.
21 R.	1264,07	58°,654	0°,321 —	58°,050	58 ,616	0°,566 G.
St.	0	59 ,627	0 ,018 —	58 ,616	58 ,603	0 ,013 V.
22 R.	1262,97	58 ,631	0 ,243 +	58 ,603	59 ,145	0 ,542 G.
St.	0	58 ,624	0 ,505 +	59 ,145	59 ,114	0 ,031 V.
23 R.	1264,72	59 ,689	1 ,100 —	58 ,284	58 ,894	0 ,610 G.
St.	0	59 ,943	1 ,027 —	58 ,894	58 ,938	0 ,044 G.
24 St.	0	60 ,157	1 ,160 —	58 ,977	59 ,017	0 ,040 G.
R.	1263,94	59 ,811	0 ,505 —	59 ,017	59 ,595	0 ,578 G.
25 St.	0	59 ,654	0 ,061 —	59 ,595	59 ,591	0 ,004 V.
R.	1263,49	59 ,675	0 ,185 +	59 ,591	60 ,129	0 ,538 G.
26 St.	0	59 ,156	0 ,609 —	58 ,541	58 ,554	0 ,013 G.
R.	1263,49	59 ,333	0 ,488 —	58 ,554	59 ,137	0 ,583 G.
27 R.	1263,99	59 ,536	0 ,198 —	59 ,054	59 ,623	0 ,569 G.
St.	0	59 ,726	0 ,101 —	59 ,623	59 ,627	0 ,004 G.
28 R.	1263,99	59 ,750	0 ,155 +	59 ,627	60 ,183	0 ,556 G.
St.	0	59 ,475	0 ,102 +	59 ,585	59 ,569	0 ,016 V.
29 R.	1263,31	58 ,695	0 ,182 —	58 ,230	58 ,796	0 ,566 G.
St.	0	58 ,906	0 ,108 —	58 ,796	58 ,801	0 ,005 G.
30 St.	0	59 ,770	1 ,286 —	58 ,454	58 ,515	0 ,061 G.
R.	1263,99	60 ,048	1 ,223 —	58 ,515	59 ,135	0 ,620 G.
31 R.	1263,49	59 ,343	0 ,022 +	59 ,091	59 ,639	0 ,548 G.
St.	0	59 ,435	0 ,198 +	59 ,639	59 ,627	0 ,012 V.
32 St.	0	59 ,374	0 ,357 —	59 ,015	59 ,020	0 ,005 G.
R.	1263,49	59 ,407	0 ,105 —	59 ,020	59 ,585	0 ,565 G.
33 St.	0	59 ,069	0 ,201 —	58 ,867	58 ,870	0 ,003 G.
R.	1263,49	59 ,234	0 ,081 —	58 ,870	59 ,436	0 ,566 G.
34 R.	1262,99	56 ,328	0 ,331 +	56 ,387	56 ,932	0 ,545 G.
St.	0	56 ,643	0 ,287 +	56 ,932	56 ,929	0 ,003 V.
35 R.	1262,99	56 ,790	0 ,413 +	56 ,929	57 ,477	0 ,548 G.
St.	0	56 ,772	0 ,687 +	57 ,477	57 ,442	0 ,035 V.
36 St.	0	55 ,839	0 ,304 —	55 ,527	55 ,543	0 ,016 G.
R.	1262,99	56 ,114	0 ,281 —	55 ,543	56 ,124	0 ,581 G.
37 St.	0	56 ,257	0 ,127 —	56 ,124	56 ,137	0 ,013 G.
R.	1262,99	56 ,399	0 ,024 +	56 ,137	56 ,709	0 ,572 G.
38 St.	0	55 ,826	0 ,065 —	55 ,759	55 ,764	0 ,005 G.
R.	1262,99	55 ,951	0 ,093 +	55 ,764	56 ,325	0 ,561 G.
39 St.	0	56 ,101	0 ,220 +	56 ,325	56 ,317	0 ,008 V.
R.	1262,99	56 ,182	0 ,409 +	56 ,317	56 ,865	0 ,548 G.
40 R.	1262,99	56 ,108	0 ,100 +	55 ,929	56 ,488	0 ,559 G.
St.	0	56 ,454	0 ,036 +	56 ,488	56, 492	0 ,004 G.
Mittel R.	1260,248		0,305075—			0,575250 G.
Mittel St.	0		0,322950—			0,012975 G.

Aus den verschiedenen Versuchen in obiger Tafel, in denen der Effect der Strahlung beobachtet wurde, ist mit

Leichtigkeit zu entnehmen, dafs der Effect der Temperatur der umgebenden Luft auf den Apparat für jeden Grad Unterschied zwischen der mittleren Temperatur der Luft und der des Apparats, 0°,04654 betrug. Da nun der Ueberschufs der Temperatur der Luft über die des Apparats bei den Strahlungsversuchen im Mittel 0°,32295, bei den Reibungsversuchen aber im Mitttel nur 0°,305075 war, so folgt also, dafs 0°,000832 zu der Differenz zwischen 0°,57525 und 0°,012975 addirt werden müssen, und dafs das Resultat, 0°,563107, annähernd der Wärme-Effect der Reibung seyn wird. Allein diese Gröfse erfordert eine kleine Berichtigung, weil das Mittel aus den Temperaturen des Apparats zu Anfange und Ende eines jeden Reibungsversuchs für die wahre mittlere Temperatur genommen wurde, was strenge nicht der Fall ist, da die Temperatur gegen Ende des Versuchs, wo das Wasser wärmer geworden, etwas weniger rasch wächst. Deshalb mufs die Mitteltemperatur des Apparats bei den Reibungsversuchen 0°,002184 höher angeschlagen werden, was den wärmenden Effect der Atmosphäre um 0°,000102 herabsetzt. Dieses, zu 0°,563107 addirt, giebt 0°,563209 als den wahren mittleren Temperaturzuwachs vermöge der Reibung des Wassers [1]).

1) Der Temperaturzuwachs war, was zu bemerken nöthig ist, eine gemischte Gröfse, abhängig theils von der Reibung des Wassers, theils von der Reibung der verticalen Axe des Apparats in ihren Lagern *cc*, Fig. 6. Die letztere Wärmequelle betrug indefs nur etwa $\frac{1}{80}$ der ersteren. Bei den späterhin beschriebenen Versuchen über die Reibung starrer Körper machten die in Quecksilber rotirenden gufseisernen Räder es ähnlicherweise auch unmöglich, einen sehr kleinen Grad von Reibung unter den Theilchen jener Flüssigkeit zu vermeiden. Da sich aber fand, dafs die entwickelte Wärmemenge für gleichen Aufwand von Kraft dieselbe war in beiden Fällen, d. h. es mochte eine kleine, aus der Reibung der starren Körper entspringende Wärmemenge gemischt seyn mit der aus der Reibung einer Flüssigkeit hervorgehenden, oder andrerseits eine kleine, aus der Reibung einer Flüssigkeit entstehende Wärmemenge gemischt mit der durch Reibung der starren Körper erzeugten, so hielt ich es nicht für ungeeignet, die Wärme als aus einer einzigen Quelle entwickelt anzusehen, in dem einen Fall als gänzlich aus der Reibung einer Flüssigkeit, in dem andern als gänzlich aus der Reibung eines starren Körpers.

Um die absolute Menge der entwickelten Wärme zu ermitteln, war es nöthig die Wärmecapacität des Kupfergefäfses und des messingenen Schaufelrades zu bestimmen Die des ersteren liefs sich leicht aus der von Hrn. Regnault gegebenen specifischen Wärme des Kupfers ableiten. Capacität von 25541 Gran [1]) Kupfer × 0,09515 = Capacität von 2430,2 Gran Wasser. Eine Reihe von sieben sehr sorgfältigen Versuchen mit dem messingenen Schaufelrade gaben mir 1783 Gran Wasser als seine Capacität, nachdem wegen der Wärme, die durch den Contact des Wassers mit der Oberfläche des Metalls veranlafst wird, u. s. w. alle erforderlichen Berichtigungen gemacht waren. Allein wegen der Gröfse dieser Berichtigungen, die sich auf ein Dreifsigstel der ganzen Capacität belaufen, ziehe ich es vor Hrn. Regnault's Gesetz zu benutzen, nämlich *dafs die Capacität von Metalllegirungen gleich ist der Summe der Capacitäten ihrer Bestandtheile* [2]). Die Analyse eines Stücks vom Rade zeigte, dafs es aus sehr reinem Messing bestand, enthaltend 3933 Gran Zink auf 14968 Gran Kupfer, Folglich

Cap. 14968 Gr. Kupfer	× 0,09515 = Cap.	1424,2	Gr. Wasser
Cap. 3933 Gr. Zink	× 0,09555 = Cap.	375,8	Gr. Wasser
Gesammte Cap. des Messingrades	= Cap.	1800	Gr. Wasser.

Die Capacität des kupfernen Stöpsels, der in die Dille *b*, Fig. 8, gesteckt wurde, um die Berührung der Luft mit dem Wasser möglichst zu verhüten, war gleich der von 10,3 Gran Wasser. Die Capacität des Thermometers brauchte nicht bestimmt zu werden, da es vor der Eintauchung immer auf die erwartete Temperatur gebracht wurde. Die gesammte Capacität des Apparats war daher folgende:

Wasser	93229,7
Kupfer, als Wasser	2430,2
Messing, als Wasser	1810,3
Insgesammt	97470,2.

1) Der Lederring (*washer*), da er nur 38 Gran wog, wurde bei dieser Schätzung als Kupfer gerechnet.

2) *Ann. de chim. et de phys.* 1841 *T. I. p.*129. (Diese Ann. Bd. 53 *S.* 60).

Die gesammte Menge der entwickelten Wärme war daher $0°,563209$ in 97470,2 Gran Wasser, oder anders, 1° F. in 7,842299 Pfund Wasser.

Die zur Erzeugung dieser Wärme aufgewandte Kraft wurde folgendermafsen abgeschätzt.

Die Gewichte wogen 406152 Gran, von denen die Reibung seitens der Rollen und der Steifigkeit der Schnur ababzuziehen ist; diese fand sich, indem man die beiden Rollen mit dünner Schnur verband, die um eine Walze von gleichem Durchmesser mit der beim Versuchen angewandten ging. Unter diesen Umständen war erforderlich, dem einen der Bleigewichte, um beide in gleichmäfsige Bewegung zu halten, ein Gewicht von 2955 Gran hinzuzufügen. Dasselbe Resultat in entgegengesetzter Richtung wurde erhalten, als man dem anderen Gewichte 3005 Gran hinzufügte. Zieht man 168 Gran, die Reibung der Walze auf ihren Spitzen, von 3005, dem Mittel der obigen Zahlen ab, so erhält man 2837 Gran als Betrag der Reibung bei den Versuchen, welche, abgezogen von den Bleigewichten, 403315 Gran als wirklich angewandten Druck übrig lassen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Bleigewichte zu Boden sanken, nämlich 2,42 Zoll pro Sekunde, ist aequivalent einer Höhe von 0,0076 Zoll. Diefs multiplicirt mit 20, der Zahl von Malen, dafs die Gewichte bei jedem Versuche aufgewunden wurden, giebt 0,152 Zoll, was, abgezogen von 1260,248, hinterläfst: 1260,096 als berichtigte Mittelhöhe, von welcher die Gewichte herabfielen.

Dieser Fall, begleitet vom obigen Druck, repräsentirt eine Kraft aequivalent mit 6050,186 Pfund durchhin einen Fufs; und $0{,}8464 \times 20 = 16{,}928$ Fufspfunde, als die Kraft, entwickelt durch die Elasticität der Schnur, nachdem die Gewichte den Boden berührt hatten, ihr hinzugefügt, giebt 6067,114 Fufspfunde als die mittlere berichtigte Kraft.

Folglich wird $\frac{6067{,}114}{7{,}842299} = 773{,}64$ Fufspfunde die Kraft seyn, welche, gemäfs den obigen Versuchen über die Reibung des Wassers, aequivalent ist mit 1° F. in einem Pfunde Wasser.

Versuchsreihe II. — Reibung von Quecksilber.

Bleigewichte und Schnur wogen 203026 Gran und 203073 Gran. Geschwindigkeit des Herabsinkens der Gewichte 2,43 Zoll pro Sekunde. Dauer jedes Versuchs 30 Minuten. Thermometer zur Ermittlung der Temperatur des Quecksilbers, *C*. Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur, *B*. Gewicht des gufseisernen Apparats 68446 Gran. Gewicht des darin enthaltenen Quecksilbers 428292 Gran.

Tafel II.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen Mittel aus Kolumne 5. u. 6. u Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats. zu Anfange des Versuchs.	6. zu Ende des Versuchs.	7. Gewinn oder Verlust an Wärme während d. Versuchs.
1 R.	1265,42	58°,491	1°,452 +	58°,780	61°,107	2°,327 G.
St.	0	58 ,939	2 ,056 +	61 ,107	60 ,884	0 ,223 V.
2 St.	0	58 ,390	0 ,237 —	58 ,119	58 ,188	0 ,069 G.
R.	1265,77	58 ,949	0 ,467 +	58 ,188	60 ,644	2 ,456 G.
3 R.	1265,73	57 ,322	1 ,203 +	57 ,325	59 ,725	2 ,400 G.
St.	0	57 ,942	1 ,678 +	59 ,725	59 ,515	0 ,210 V.
4 St.	0	57 ,545	0 ,010 —	57 ,518	57 ,553	0 ,035 G.
R.	1264,72	58 ,135	0 ,624 +	57 ,553	59 ,965	2 ,412 G.
5 R.	1265,73	57 ,021	0 ,907 +	56 ,715	59 ,141	2 ,426 G.
St.	0	57 ,596	1 ,474 +	59 ,141	58 ,999	0 ,142 V.
6 St.	0	56 ,406	0 ,174 +	56 ,565	56 ,595	0 ,030 G.
R.	1265,65	57 ,057	0 ,749 +	56 ,595	59 ,017	2 ,422 G.
7 R.	1269,55	58 ,319	0 ,049 +	57 ,115	59 ,622	2 ,507 G.
St.	0	58 ,771	0 ,831 +	59 ,622	59 ,583	0 ,039 V.
8 St.	0	60 ,363	0 ,612 —	59 ,691	59 ,811	0 ,120 G.
R.	1257,70	60 ,842	0 ,209 +	59 ,811	62 ,292	2 ,481 G.
9 R.	1255,77	60 ,282	1 ,044 +	60 ,129	62 ,524	2 ,395 G.
St.	0	60 ,862	1 ,576 +	62 ,524	62 ,352	0 ,172 V.
10 R.	1255,33	60 ,725	0 ,764 +	60 ,266	62 ,713	2 ,447 G.
St.	0	61 ,340	1 ,313 +	62 ,713	62 ,593	0 ,120 V.
11 St.	0	58 ,654	0 ,109 +	58 ,755	58 ,772	0 ,017 G.
R.	1266,47	59 ,234	0 ,746 +	58 ,772	61 ,189	2 ,417 G.
12 St.	0	56 ,436	0 ,247 +	56 ,673	56 ,694	0 ,021 G.
R.	1265,80	57 ,240	0 ,673 +	56 ,694	59 ,133	2 ,439 G.
13 R.	1264,70	55 ,002	1 ,808 +	55 ,638	57 ,982	2 ,344 G.
St.	0	55 ,633	2 ,213 +	57 ,982	57 ,711	0 ,271 V.
14 R.	1265,20	54 ,219	1 ,273 +	54 ,290	56 ,694	2 ,404 G.
St.	0	54 ,595	1 ,972 +	56 ,694	56 ,441	0 ,253 V.
15 St.	0	53 ,476	0 ,174 +	53 ,633	53 ,667	0 ,034 G.
R.	1265,63	53 ,995	0 ,872 +	53 ,667	56 ,067	2 ,400 G.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen Mittel aus Kolumne 5 u. 6. u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparates zu Anfange des Versuchs.	6. Temperatur des Apparates zu Ende des Versuchs.	7. Gewinn oder Verlust an Wärme während d. Versuchs.
16 St.	0	52°,082	0°,254 +	52°,332	52°,341	0°,009 G.
R.	1265,45	52 ,479	1 ,047 +	52 ,341	54 ,711	2 ,370 G.
17 R.	1257,50	50 ,485	1 ,453 +	50 ,772	53 ,105	2 ,333 G.
St.	0	50 ,821	2 ,164 +	53 ,105	52 ,865	0 ,240 V.
18 St.	0	48 ,944	0 ,450 —	48 ,434	48 ,554	0 ,120 G.
R.	1257,50	49 ,330	0 ,462 +	48 ,554	51 ,031	2 ,477 G.
19 R.	1257,50	48 ,135	1 ,273 +	48 ,219	50 ,598	2 ,379 G.
St.	0	48 ,725	1 ,780 +	50 ,598	50 ,413	0 ,185 V.
20 St.	0	48 ,878	0 ,148 —	48 ,687	48 ,773	0 ,086 G.
R.	1257,50	49 ,397	0 ,597 +	48 ,773	51 ,216	2 ,443 G.
Mittel R.	1262,731		0°,8836 +			2°,41395 G.
Mittel St.	0		0 ,8279 +			0 ,06570 V.

Aus dieser Tafel erhellt, dafs der Effect für jeden Grad Unterschied zwischen der Temperatur des Laboratoriums und der des Apparats war: 0°,13742. Folglich ist 2°,41395 + 0°,0657 + 0°,007654 = 2°,487304 der angenäherte Werth des Temperaturwachses bei den Versuchen. Da die mittlere Temperatur des Apparats bei den Reibungsversuchen in Wirklichkeit 0°,028484 höher war als dieselbe in der Tafel angezeigt ist, so wird die fernere Berichtigung seyn: 0°,003914, welche, addirt zum angenäherten Resultat, für den wahren thermometrischen Effect der Reibung des Quecksilbers giebt: 2°,491218.

Um die absolute Menge der entwickelten Wärme zu erhalten, mufste die Wärmecapacität des Apparats ermittelt werden. Ich liefs daher den Apparat mittelst Eisendraht an einen Hebel hängen, so eingerichtet, dafs er durch denselben rasch und leicht in jede erforderliche Lage gebracht werden konnte. Nachdem der Apparat etwa 20° erwärmt worden, wurde er in ein warmes Luftbad gebracht, um seine Temperatur eine Viertelstunde lang gleichförmig zu halten, während welcher Zeit das in das Quecksilber getauchte Thermometer *C* von Zeit zu Zeit beobachtet wurde. Darauf tauchte man den Apparat rasch in ein Gefäfs von

dünnem Kupfer, das 141826 Gr. destillirtes Wasser enthielt, dessen Temperatur wiederholt durch das Thermometer *A* beobachtet wurde. Während des Versuchs wurde das Wasser wiederholentlich durch einen kupfernen Rührer in Bewegung gesetzt und jede Vorsicht getroffen, um die umgebende Luft in gleichförmigem Zustand zu erhalten, auch die störenden Einflüsse der Ausstrahlung von der Person des Beobachters zu entfernen. Auf diese Weise erhielt ich folgende Resultate:

	Beobachtungszeit.	Temperatur d. Wassers.	Temperatur d. Apparats.
Apparat im Luftbad	0'	47°,705	70 ,518
	5	47 ,705	70 ,492
	10	47 ,713	70 ,518
Moment d. Eintauchung	11		
Apparat im Wasser	13½	49 ,836	57 ,673
	16	50 ,493	52 ,641
	21	50 ,694	50 ,941
	26	50 ,690	50 ,778
	31	50 ,667	50 ,744
	36	50 ,636	50 ,709

Nach Berichtigung wegen der Temperaturzunahme in den ersten 10 Minuten des Versuchs und nach der noch kleineren Berichtigung wegen der Erwärmung des Wassers in der 60 Quadratzoll Kupfer darbietenden Kanne auf die Temperatur der Luft, fand sich die Temperatur der Luft im Augenblick der Eintauchung = 47°,714. Zum Fortnehmen des Apparats aus dem warmen Luftbade und zum Eintauchen desselben in das Wasser waren nur 10" erforderlich, währenddefs er (den vorherigen Versuchen gemäfs) um 0°,027 erkalten mufste. Die Wärmewirkung des Luftbades während der übrigen 50" (geschätzt nach dem Verhältnifs der Temperaturzunahme zwischen den Beobachtungen bei 5' und 10') wird 0°,004 seyn. Diese Berichtigungen, an 70°,518 angebracht, geben 70°,495 als Temperatur des Apparats im Moment der Eintauchung.

Die Temperatur des Apparats bei 26′ war 50°,778, was einen Verlust von 19°,717 anzeigt. Die des Wassers zur selben Beobachtungszeit, berichtigt wegen des Effects der Luft (abgeleitet aus den Beobachtungen des Erkaltens von 26′ bis 36′, und des Erwärmens von 0′ bis 10′) ist 50°,777, was einen Gewinn von 3°,063 anzeigt. Zwanzig solcher, genau in derselben Weise erhaltener Resultate sind in der folgenden Tafel zusammengestellt.

Tafel III.

No.	Berichtigte Temperatur des Wassers zu Anfange des Versuchs.	Berichtigte Temperatur des Wassers zu Ende des Versuchs.	Wärmegewinn des Wassers.	Berichtigte Temperatur des Apparats zu Anfange des Versuchs.	Berichtigte Temperatur des Apparats zu Ende des Versuchs.	Wärmeverlust des Apparats.
1	47°,714	50°,777	3°,063	70°,495	50°,778	19°,717
2	48 ,127	51 ,113	2 ,986	70 ,518	51 ,147	19 ,371
3	48 ,453	51 ,430	2 ,977	70 ,642	51 ,452	19 ,190
4	47 ,543	50 ,598	3 ,055	70 ,674	50 ,684	19 ,990
5	44 ,981	48 ,449	3 ,468	70 ,901	48 ,468	22 ,433
6	45 ,289	48 ,701	3 ,412	70 ,769	48 ,657	22 ,112
7	45 ,087	48 ,497	3 ,410	70 ,504	48 ,494	22 ,010
8	46 ,375	49 ,614	3 ,239	70 ,678	49 ,662	21 ,016
9	47 ,671	50 ,832	3 ,161	71 ,500	50 ,873	20 ,627
10	47 ,693	50 ,801	3 ,108	70 ,878	50 ,821	20 ,057
11	48 ,728	51 ,714	2 ,986	70 ,947	51 ,714	19 ,233
12	47 ,240	50 ,414	3 ,174	71 ,006	50 ,392	20 ,614
13	48 ,324	51 ,345	3 ,021	70 ,939	51 ,362	19 ,577
14	49 ,079	51 ,905	2 ,826	70 ,332	51 ,937	18 ,395
15	49 ,635	52 ,490	2 ,855	71 ,012	52 ,504	18 ,508
16	47 ,207	50 ,282	3 ,075	70 ,265	50 ,263	20 ,002
17	46 ,227	49 ,402	3 ,175	69 ,877	49 ,314	20 ,563
18	46 ,053	49 ,296	3 ,243	70 ,367	49 ,258	21 ,109
19	45 ,733	48 ,981	3 ,248	70 ,068	49 ,001	21 ,067
20	47 ,170	50 ,317	3 ,147	70 ,741	50 ,332	20 ,409
Mittel			3°,13145			20°,300

Diese Versuche über die Capacität des Apparats hielt ich nicht eher für vollständig als bis ich die Wärme ermittelt hatte, welche durch Benässung der Oberfläche des Eisengefäfses erzeugt wird. Zudem unternahm ich die folgenden Versuche, in ähnlicher Weise wie die obigen, nur dafs die Beobachtungen nicht über 26′ hinaus ausgedehnt zu werden brauchten.

Tafel IV.

No.	Berichtigte Temperatur des Wassers. zu Anfange des Versuchs.	Berichtigte Temperatur des Wassers. zu Ende des Versuchs.	Wärme-Gewinn oder Verlust des Wassers [1]).	Berichtigte Temperatur des Apparats. zu Anfange des Apparats.	Berichtigte Temperatur des Apparats. zu Ende des Apparats.	Wärme-Gewinn oder Verlust des Apparats [1]).
1	50°,558	50°,556	0°,002 V.	50°,565	50°,589	0°,024 G.
2	49 ,228	49 ,232	0 ,004 G.	49 ,239	49 ,254	0 ,015 G.
3	48 ,095	48 ,106	0 ,011 G.	48 ,034	48 ,099	0 ,065 G.
4	47 ,416	47 ,425	0 ,009 G.	47 ,384	47 ,429	0 ,045 G.
5	47 ,484	47 ,532	0 ,048 G.	48 ,103	47 ,782	0 ,321 V.
6	47 ,429	47 ,439	0 ,010 G.	47 ,703	47 ,610	0 ,093 V.
7	47 ,624	47 ,637	0 ,013 G.	47 ,870	47 ,790	0 ,080 V.
8	47 ,705	47 ,712	0 ,007 G.	47 ,915	47 ,859	0 ,056 V.
9	47 ,685	47 ,702	0 ,017 G.	47 ,891	47 ,837	0 ,054 V.
10	48 ,733	48 ,793	0 ,060 G.	49 ,498	49 ,112	0 ,386 V.
11	49 ,689	49 ,694	0 ,005 G.	49 ,946	49 ,842	0 ,104 V.
12	48 ,191	48 ,168	0 ,023 V.	47 ,972	48 ,134	0 ,162 G.
13	48 ,101	48 ,119	0 ,018 G.	48 ,310	48 ,254	0 ,056 V.
14	49 ,413	49 ,390	0 ,023 V.	49 ,249	49 ,413	0 ,164 G.
15	49 ,243	49 ,241	0 ,002 V.	49 ,343	49 ,318	0 ,025 V.
16	49 ,103	49 ,103	0	49 ,172	49 ,172	0
17	46 ,991	46 ,902	0 ,089 V.	46 ,204	46 ,923	0 ,719 G.
18	46 ,801	46 ,814	0 ,013 G.	47 ,139	46 ,953	0 ,186 V.
19	46 ,624	46 ,624	0	46 ,652	46 ,652	0
20	46 ,266	46 ,158	0 ,108 V.	45 ,369	46 ,167	0 ,798 G.
Mittel			0°,0016 V.			0°,03155G.

Addirt man diese Resultate zu denen der früheren Tafel, so hat man im Wasser einen Wärmegewinn von 3°,13305, und im Apparat einen Wärmeverlust von 20°,33155. Nun ward die Kanne Wasser folgendermafsen abgeschätzt:

Wasser	141826	Gran
15622 Gr. Kupfer, als Wasser	1486	»
Thermometer und Umrührer, als Wasser	118	»
Insgesammt	143430	Gran.

Folglich ist $\frac{3,13305}{20,33155} \times 143430 = 22102,27$ die beobachtete Capacität des Apparats.

Addirt man zu diesem Resultat 21,41 (die Capacität von 643 Gran Quecksilber, welche entfernt worden waren, um die Ausdehnung von 70° zu gestatten) und subtrahirt davon

1) G. bedeutet Wärmegewinn, V. Wärmeverlust.

52 Gran (die Capacität der Kugel des Thermometers *C* und des Eisendrahts zum Aufhängen des Apparats), so bleiben 22071,68 Gran Wasser als Capacität des bei der Reibung des Quecksilbers angewandten Gefäfses.

Die Temperatur 2°,491218 in der obigen Capacität, aequivalent zu 1° in 7,85505 Pfund Wasser, war demnach die absolute mittlere Wärmemenge, die durch Reibung von Quecksilber entwickelt wurde.

Die Bleigewichte wogen 406099 Gran, von welchen 2857 Gr. für die Reibung der Rollen subtrahirt, bleiben: 403242 Gr. Die mittlere Höhe ihres Falls, wie in Taf. II. angegeben, war 1262,731 Zoll, von welchen 0,152 Zoll für die Geschwindigkeit des Falls subtrahirt, bleiben: 1262,579 Zoll. Diese Höhe, combinirt mit dem obigen Gewicht, ist aequivalent zu 6061,01 Fufspfunden, was sich, wegen der Elasticität der Schnur um 16,929 Fufspfunde erhöht, also für die bei diesen Versuchen angewandte mittlere Kraft 6077,939 Fufspfunde giebt.

$\frac{6077,939}{7,85505} = 773,762$ ist daher das aus obigen Versuchen über die Reibung des Quecksilbers sich ergebende Aequivalent. Die nächste Reihe von Versuchen wurde mit demselben Apparat, aber leichteren Gewichten angestellt.

Versuchsreihe III. — Reibung von Quecksilber.

Bleigewichte und Schnur wogen 68442 und 68884 Gr. Geschwindigkeit des Herabsinkens der Gewichte 1,4 Zoll pro Sekunde. Dauer eines jeden Versuchs 35 Minuten. Thermometer zur Bestimmung der Temperatur der Quecksilber, *C*. Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur, *B*.

Tafel V. [1])

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen d. Mittel d. Kolumne 5 u. 6 u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats zu Anfange des Versuchs.	6. Temperatur des Apparats zu Ende des Versuchs.	7. Wärme-Gewinn oder -Verlust beim Versuch.
1 R.	1292,12	49°,539	0°,399 +	49°,507	50°,370	0°,863 G.
St.	0	50 ,165	0 ,226 +	50 ,370	50 ,413	0 ,043 G.
2 R.	1292,00	49 ,865	0 ,189 +	49 ,606	50 ,503	0 ,897 G.
St.	0	50 ,363	0 ,159 +	50 ,503	50 ,542	0 ,039 G.
3 R.	1293,18	50 ,139	0 ,460 +	50 ,168	51 ,030	0 ,862 G.
St.	0	50 ,617	0 ,408 +	51 ,030	51 ,021	0 ,009 V.
4 St.	0	50 ,750	0 ,146 +	50 ,873	50 ,920	0 ,047 G.
R.	1293,25	51 ,401	0 ,013 —	50 ,920	51 ,856	0 ,936 G.
5 St.	0	49 ,936	0 ,121 +	50 ,031	50 ,083	0 ,052 G.
R.	1294,92	50 ,551	0 ,020 —	50 ,083	50 ,980	0 ,897 G.
6 St.	0	50 ,638	0 ,135 +	50 ,752	50 ,795	0 ,043 G.
R.	1294,43	51 ,172	0 ,065 +	50 ,795	51 ,680	0 ,885 G.
7 St.	0	51 ,553	0 ,260 —	51 ,237	51 ,349	0 ,112 G.
R.	1294,07	52 ,194	0 ,371 —	51 ,349	52 ,298	0 ,949 G.
8 R.	1293,30	52 ,774	0 ,019 —	52 ,298	53 ,212	0 ,914 G.
St.	0	53 ,029	0 ,204 +	53 ,212	53 ,255	0 ,043 G.
9 R.	1294,05	51 ,513	0 ,306 +	51 ,379	52 ,259	0 ,880 G.
St.	0	52 ,093	0 ,177 +	52 ,259	52 ,281	0 ,022 G.
10 R.	1293,95	51 ,197	0 ,180 +	50 ,907	51 ,847	0 ,940 G.
St.	0	51 ,960	0 ,079 —	51 ,847	51 ,916	0 ,069 G.
11 R.	1292,80	50 ,577	0 ,652 +	50 ,804	51 ,654	0 ,850 G.
St.	0	51 ,055	0 ,577 +	51 ,654	51 ,611	0 ,043 V.
12 St.	0	51 ,416	0 ,483 —	50 ,860	51 ,006	0 ,146 G.
R.	1293,25	52 ,057	0 ,551 —	51 ,006	52 ,006	1 ,000 G.
13 St.	0	51 ,747	0 ,246 —	51 ,456	51 ,547	0 ,091 G.
R.	1293,25	52 ,403	0 ,389 —	51 ,547	52 ,482	0 ,935 G.
14 R.	1293,45	52 ,703	0 ,054 +	52 ,294	53 ,221	0 ,927 G.
St.	0	53 ,201	0 ,050 +	53 ,221	53 ,281	0 ,060 G.
15 R.	1293,93	53 ,644	0 ,088 +	53 ,281	54 ,183	0 ,902 G.
St.	0	54 ,061	0 ,145 +	54 ,183	54 ,230	0 ,047 G.
16 St.	0	51 ,492	0 ,318 +	51 ,821	51 ,800	0 ,021 V.
R.	1292,83	52 ,011	0 ,242 +	51 ,800	52 ,706	0 ,906 G.
17 St.	0	51 ,350	0 ,055 —	51 ,272	51 ,319	0 ,047 G.
R.	1292,83	52 ,057	0 ,264 —	51 ,319	52 ,268	0 ,949 G.
18 R.	1292,84	52 ,576	0 ,147 +	52 ,268	53 ,178	0 ,910 G.
St.	0	52 ,906	0 ,276 +	53 ,178	53 ,187	0 ,009 G.
19 St.	0	50 ,119	0 ,142 —	49 ,928	50 ,027	0 ,099 G.
R.	1292,33	50 ,760	0 ,272 —	50 ,027	50 ,950	0 ,923 G.
20 R.	1293,01	51 ,004	0 ,147 —	50 ,370	51 ,345	0 ,975 G.
St.	0	51 ,798	0 ,385 —	51 ,345	51 ,482	0 ,137 G.

1) Die Buchstaben R, St, G, V haben die frühere Bedeutung.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen d. Mittel d. Kolumne 5 u. 6. u. Kolm. 3.	5. Temperatur d. Apparats zu Anfange des Versuchs.	6. Temperatur d. Apparats zu Ende des Versuchs.	7. Wärme-Gewinn od. -Verlust beim Versuch.
21 St.	0	52°,194	0°,646 —	51°,482	51°,615	0°,133 G.
R.	1292,83	52 ,383	0 ,298 —	51 ,615	52 ,555	0 ,940 G.
22 R.	1292,33	50 ,389	0 ,374 +	50 ,332	51 ,195	0 ,863 G.
St.	0	50 ,958	0 ,239 +	51 ,195	51 ,199	0 ,004 G.
23 St.	0	51 ,218	0 ,498 —	50 ,636	50 ,804	0 ,168 G.
R.	1294,69	51 ,848	0 ,546 —	50 ,804	51 ,800	0 ,996 G.
24 R.	1294,33	50 ,582	0 ,286 +	50 ,435	51 ,302	0 ,867 G.
St.	0	51 ,223	0 ,092 +	51 ,302	51 ,328	0 ,026 G.
25 St.	0	51 ,665	0 ,406 —	51 ,190	51 ,328	0 ,138 G.
R.	1294,33	52 ,281	0 ,464 —	51 ,328	52 ,306	0 ,978 G.
26 R.	1294,34	52 ,652	0 ,105 +	53 ,306	53 ,208	0 ,902 G.
St.	0	52 ,957	0 ,259 +	50 ,208	52 ,225	0 ,017 G.
27 R.	1293,83	49 ,463	0 ,277 +	49 ,293	53 ,188	0 ,895 G.
St.	0	50 ,068	0 ,142 +	50 ,188	50 ,233	0 ,045 G.
28 St.	0	48 ,420	0 ,145 +	48 ,537	48 ,593	0 ,056 G.
R.	1294,33	49 ,132	0 ,093 —	48 ,593	49 ,486	0 ,893 G.
29 R.	1294,84	49 ,142	0 ,092 +	48 ,773	49 ,696	0 ,923 G.
St.	0	49 ,783	0 ,053 —	49 ,696	49 ,765	0 ,069 G.
30 St.	0	50 ,251	0 ,422 —	49 ,765	49 ,894	0 ,129 G.
R.	1294,33	50 ,597	0 ,246 —	48 ,894	50 ,808	0 ,914 G.
Mittel R.	1293,532		0°,00743⅓ +			0°,9157 G.
Mittel St.	0		0 ,0048 +			0 ,0606 G.

Da der Effect eines jeden Grades Unterschied zwischen der Temperatur des Laboratoriums und der des Apparats 0°,18544 ist, so wird 0°,9157 − 0°,0606 + 0°,000488 = 0°,855588 die angenäherte mittlere Temperaturzunahme in der obigen Reihe von Versuchen seyn. Die Berichtigung dessentwegen, weil die mittlere Temperatur des Quecksilbers bei den Reibungsversuchen 0°,013222 höher war als in der Tafel angegeben, ist 0°,002452, welche, addirt zum angenäherten Resultat, für den wahren thermometrischen Effect giebt: 0°,85804. Diefs ist, in der Capacität von 22071,68 Gran Wasser, gleich 1° in 2,70548 Pfund Wasser.

Die Bleigewichte wogen 137326 Gr., von welchen für die Reibung der Rollen 1040 Gr. abgezogen werden müssen, wornach 136286 Gr. als berichtigtes Gewicht übrig bleiben. Die mittlere Höhe des Falls war 1293,532 Zoll,

von welchen wegen der Geschwindigkeit, mit der die Gewichte zu Boden sanken, 0,047 Zoll subtrahirt werden müssen; bleiben also 1293,485 Zoll. Dieser Fall, combinirt mit dem obigen berichtigten Gewicht, ist aequivalent zu 2098,618 Fufspfunden, was mit 1,654 Fufspfund, der durch die Elasticität der Schnur entwickelten Kraft, für das Mittel der in diesen Versuchen angewandten Kraft 2100,272 Fufspfunde giebt.

$\frac{2100,272}{2,70548} = 776,303$ wird daher das Aequivalent seyn, nach obiger Reihe von Versuchen, in welchen der Betrag der Reibung des Quecksilbers durch den Gebrauch leichterer Gewichte modificirt ward.

Versuchsreihe IV. — Reibung von Gufseisen.

Gewicht des gufseisernen Apparats 44000 Gran. Gewicht des darin enthaltenen Quecksilbers 204355 Gr. Bleigewichte und Schnur, 203026 Gr. und 203073 Gr. Mittlere Geschwindigkeit des Falls der Gewichte: 3,12 Zoll pro Sekunde. Dauer eines jeden Versuchs 38 Minuten. Thermometer zur Bestimmung der Temperatur des Quecksilbers, *C*; Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur, *A*.

Tafel VI.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammter Fall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen d. Mittel d. Kolumne 5 u. 6. u. Kolm. 3.	5. Temperatur d. Apparats zu Anfange des Versuchs.	6. Temperatur d. Apparats zu Ende des Versuchs.	7. Wärme-Gewinn od. -Verlust beim Versuch.
1 R.	1257,90	46°,362	2°,544 +	46°,837	50°,976	4°,139 G.
St.	0	46 ,648	3 ,950 +	50 ,976	50 ,220	0 ,756 V.
2 St.	0	47 ,296	0 ,455 —	46 ,730	46 ,953	0 ,223 G.
R.	1258,97	47 ,891	1 ,247 +	46 ,953	51 ,323	4 ,370 G.
3 R.	1261,80	47 ,705	1 ,830 +	47 ,352	51 ,728	4 ,366 G.
St.	0	48 ,547	2 ,950 +	51 ,718	51 ,276	0 ,442 V.
4 St.	0	47 ,825	0 ,044 —	47 ,756	47 ,807	0 ,051 G.
R.	1260,35	48 ,385	1 ,598 +	47 ,807	52 ,160	4 ,353 G.
5 St.	0	48 ,323	0 ,248 —	48 ,009	48 ,142	0 ,133 G.
R.	1260,15	48 ,833	1 ,494 +	48 ,142	52 ,513	4 ,371 G.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammtfall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen d. Mittel d. Kolumne 5 u. 6. u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats. zu Anfange des Versuchs.	6. zu Ende des Versuchs.	7. Wärme-Gewinn oder -Verlust beim Versuch.
6 R.	1259,95	48°,049	1°,995 +	47°,902	52°,186	4°,284 G.
St.	0	48 ,632	3 ,283 +	52 ,186	51 ,645	0 ,541 V.
7 St.	0	50 ,385	0 ,240 —	50 ,053	50 ,237	0 ,184 G.
R.	1263,13	51 ,018	1 ,408 +	50 ,237	54 ,616	4 ,379 G.
8 R.	1262,12	48 ,385	1 ,096 +	47 ,249	51 ,714	4 ,465 G.
St.	0	49 ,199	2 ,343 +	51 ,714	51 ,371	0 ,343 V.
9 R.	1257,20	49 ,721	2 ,495 +	50 ,160	54 ,273	4 ,113 G.
St.	0	50 ,338	3 ,643 +	54 ,273	53 ,689	0 ,584 V.
10 St.	0	48 ,439	0 ,821 +	49 ,271	49 ,250	0 ,021 V.
R.	1258,70	49 ,690	2 ,282 +	49 ,877	54 ,067	4 ,190 G.
Mittel R.	1260,027		1°,7989 +			4°,303 G.
Mittel St.	0		1 ,6003 +			0 ,2096 V.

Aus obiger Tafel erhellt, dafs darin für jeden Grad Unterschied zwischen der Temperetur des Laboratoriums und der des Apparats ein thermometrischer Effect von 0°,20101 stattfand. Folglich wird 4°,303 + 0°,2096 + 0°,03992 = 4°,55252 der angenäherte mittlere Temperaturzuwachs seyn. Die Berichtigung dafür, dafs die mittlere Temperatur des Quecksilbers in den Reibungsversuchen um 0°,07625 zu niedrig in der Tafel erscheint, ist 0°,01533, welche, addirt zum angenäherten Resultat, 4°,56785 für den wahren mittleren Temperaturzuwachs giebt.

Die Capacität des Gefäfses wurde genau in derselben Weise, wie bei dem Apparat zur Reibung des Quecksilbers beschrieben ist, durch Versuche ermittelt. Die Resultate davon finden sich in der folgenden Tafel.

Tafel VII.

No.	Berichtigte Temperatur des Wassers zu Anfange des Versuchs.	Berichtigte Temperatur des Wassers zu Ende des Versuchs.	Wärmegewinn des Wassers.	Berichtigte Temperatur des Apparats zu Anfange des Versuchs.	Berichtigte Temperatur des Apparats zu Ende des Versuchs.	Wärmeverlust des Apparats.
1	45°,535	47°,305	1°,770	71°,112	47°,421	23°,691
2	46 ,210	47 ,937	1 ,727	71 ,292	48 ,073	23 ,219
3	47 ,334	49 ,023	1 ,689	71 ,454	49 ,151	23 ,303
4	49 ,007	50 ,555	1 ,548	71 ,152	50 ,632	20 ,520
5	47 ,895	49 ,498	1 ,603	71 ,249	49 ,636	21 ,613
6	48 ,784	50 ,357	1 ,573	71 ,445	50 ,460	20 ,985
7	50 ,323	51 ,757	1 ,434	70 ,793	51 ,808	18 ,985
8	47 ,912	49 ,525	1 ,613	71 ,253	49 ,653	21 ,600
9	48 ,449	50 ,013	1 ,564	70 ,798	50 ,083	20 ,715
10	49 ,836	51 ,337	1 ,501	71 ,356	51 ,375	19 ,981
11	46 ,870	48 ,559	1 ,689	71 ,026	48 ,657	22 ,369
12	48 ,562	50 ,151	1 ,589	71 ,291	50 ,199	21 ,092
Mittel			1°,60833			21°,42275

Addirt man 0°,00071 und 0°,0141, den Gewinn und Verlust der Tafel IV, reducirt auf die Oberfläche des Apparats für die Reibung starrer Körper, zu den obigen Mittelresultaten, so erhält man für das Wasser einen Gewinn von 1°,60904, und für den Apparat einen Verlust von 21°,43685. Die Capacität der Kanne Wasser war in diesem Falle wie folgt:

Wasser	155824	Gran
Kupferkanne, als Wasser	1486	»
Thermometer und Umrührer, als Wasser	118	»
Insgesammt	157428	Gran.

Folglich ist, nach dem Versuch, $\frac{1,60904}{21,43685} \times 157428 = 11816,47$ die Capacität des Apparats. Nach Anbringung zweier Correctionen, einer additiven für die Abwesenheit von 300 Gr. Quecksilber während des Versuchs, und einer subtractiven für die Capacität des Thermometers *C* und des Aufhängedrahts, erhält man 11796,07 Gr. Wasser als Capacität des Apparats während der Versuche.

Die Temperatur 4°,56785 in der obigen Capacität, aequivalent zu 1° in 7,69753 Pfund Wasser, war daher

die mittlere absolute Wärmemenge, die bei der Reibung des Gufseisens entwickelt wurde.

Die Bleigewichte wogen 406099 Gr., von welchen 2857 Gr. für die Reibung der Rollen subtrahirt, 403242 Gr. für den auf den Apparat verwandten Druck übrig bleiben.

Da die Reibung im einfachen Verhältnifs zur Geschwindigkeit steht, so erforderte es nicht wenig Uebung, den regulirenden Hebel so zu halten, dafs die Gewichte nur einigermafsen mit gleichförmiger und gemäfsigter Geschwindigkeit herabsanken. Obwohl also die mittlere Geschwindigkeit 3,12 Zoll pro Sekunde betrug, konnte die Kraft, mit welcher die Gewichte auf den Boden stiefsen, nicht genau durch diese Geschwindigkeit bestimmt werden, wie bei der Reibung der Flüssigkeiten. Es fand sich jedoch, dafs das Geräusch beim Aufstofsen durchschnittlich demjenigen gleich war, welches das Fallenlassen der Gewichte von der Höhe eines Achtelzolls verursachte. Insgemein geschah es auch, dafs bei dem Bemühen, die Bewegung zu reguliren, die Gewichte plötzlich stockten bevor sie den Boden erreichten. Diefs geschah gewöhnlich ein, zuweilen zwei Mal bei dem Herabsinken der Gewichte, und ich schätzte die dadurch verlorene Kraft als gleich derjenigen beim Aufstofsen auf den Boden. Nimmt man daher den Gesammtverlust bei jedem Fall zu einem Viertelzoll an, so haben wir das 20fache dieser Gröfse oder 5 Zoll als den ganzen Verlust, welcher, abgezogen von 1260,027, für die berichtigte Höhe, welche das Gewicht von 403242 Gran hindurch wirkte, 1255,027 Zoll übrig läfst. Diese Zahlen sind aequivalent zu 6024,757 Fufspfunde, und 16,464 Fufspfunde für den Effect der Elasticität der Schnur hinzugefügt, haben wir 6041,221 Fufspfunde als die bei den Versuchen angewandte Kraft.

Diese Kraft war indefs in dem Apparat nicht ganz zur Erzeugung von Wärme verwandt. Leicht ist einzusehen, dafs die Reibung eines starren Körpers, wie Gufseisen, eine bedeutende Erschütterung des den Apparat tragenden Rahmwerks und ein lautes Geräusch hervorbringen mufste. Der

Werth der durch die erstere absorbirten Kraft wurde experimentell auf 10,266 Fufspfunde geschätzt. Die Kraft, welche erforderlich war, um die Saite eines Violoncells in solche Schwingungen zu versetzen, dafs der Ton aus gleicher Entfernung wie das Geräusch der Reibung gehört werden konnte, wurde von mir, mit Hülfe eines anderen Beobachters, auf 50 Fufspfunde geschätzt. Diese Zahlen, abgezogen von dem vorherigen Resultat, lassen 5980,955 Fufspfunde für die wirklich in Wärme verwandelte Kraft übrig. $\frac{5980,955}{7,69753} = 776,997$ wird daher, den obigen Versuchen über die Reibung des Gufseisens zufolge, das Aequivalent seyn. Die nächste Reihe von Versuchen wurde mit demselben Apparat, aber leichteren Gewichten angestellt.

Versuchsreihe V. — Reibung von Gufseisen.

Gewicht der Bleilothe 68442 und 68884 Gr. Mittlere Geschwindigkeit des Falls 1,9 Zoll pro Sekunde. Dauer eines jeden Versuchs 30 Minuten. Thermometer zur Bestimmung der Temperatur des Quecksilbers, *C*. Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur, *A*.

Tafel VIII.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammtfall der Gewichte. Zoll.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen d Mittel d. Kolumne 5 u. 6 u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats. zu Anfange des Versuchs.	6. zu Ende des Versuchs.	7. Wärme-Gewinn oder -Verlust beim Versuch.
1 R.	1281,07	47°,404	0°,852 +	47°,494	49°,018	1°,524 G.
» St.	0	48 ,003	0 ,998 +	49 ,018	48 ,984	0 ,034 V.
2 St.	0	48 ,269	0 ,702 +	48 ,984	48 ,958	0 ,026 V.
» R.	1280,74	48 ,516	1 ,189 +	48 ,958	50 ,452	1 ,494 G.
3 St.	0	49 ,003	0 ,133 −	48 ,812	48 ,928	0 ,116 G.
» R.	1285,10	49 ,728	0 ,022 +	48 ,928	50 ,572	1 ,644 G.
4 R.	1283,89	50 ,138	1 ,172 +	50 ,572	52 ,049	1 ,477 G.
» St.	0	50 ,408	1 ,581 +	52 ,049	51 ,929	0 ,120 V.
5 R.	1282,45	46 ,798	0 ,558 +	46 ,554	48 ,149	1 ,605 G.
6 R.	1281,29	47 ,296	1 ,571 +	48 ,159	49 ,576	1 ,417 G.

1. No. des Versuchs u. Ursache d. Temperaturveränderung.	2. Gesammtfall der Gewichte.	3. Mittlere Lufttemperatur.	4. Unterschied zwischen d. Mittel d. Kolumne 5 u. 6 u. Kolm. 3.	5. Temperatur des Apparats zu Anfange des Versuchs.	6. zu Ende des Versuchs.	7. Wärme-Gewinn oder -Verlust beim Versuch.
5 St.	0	47 ,535	1 ,929 +	49 ,576	49 ,353	0 ,223 V.
6 St.	0	47 ,651	1 ,607 +	49 ,353	49 ,164	0 ,189 V.
7 St.	0	46 ,261	0 ,298 —	45 ,880	46 ,047	0 ,167 G.
8 St.	0	49 ,748	0 ,617 —	46 ,047	46 ,215	0 ,168 G.
7 R.	1276,07	46 ,810	0 ,978 +	47 ,022	48 ,554	1 ,532 G.
8 R.	1275,17	47 ,366	1 ,883 +	48 ,554	49 ,945	1 ,391 G.
9 St.	0	46 ,771	0 ,271 —	46 ,425	46 ,575	0 ,150 G.
» R.	1276,95	47 ,126	0 ,258 +	46 ,575	48 ,194	1 ,619 G.
10 R.	1276,84	47 ,238	1 ,655 +	48 ,194	49 ,593	1 ,399 G.
» St.	0	47 ,335	2 ,142 +	49 ,593	49 ,361	0 ,232 V.
Mittel R.	1279,957		1°,0138 +			1°,5102 G.
Mittel St.	0		0 ,764 +			0 ,0223 V.

Aus der obigen Tafel erhellt, dafs der Effect für jeden Grad Unterschied zwischen der Temperatur des Laboratoriums und der der Luft 0°,1591 war. Folglich ist 1°,5102 + 0°,0223 + 0°,03974 = 1°,57224 der genäherte Wärme-Effect. Addirt man hiezu 0°,00331 dafür, dafs die mittlere Temperatur des Apparats bei den Reibungsversuchen in Wirklichkeit 0°,02084 höher war als aus der Tafel erscheint, so ergiebt sich die wahre Temperaturzunahme bei den Versuchen zu 1°,57555, was, in der Capacität von 11796,07 Gr. Wasser, aequivalent ist zu 1° in 2,65504 Pfund Wasser.

Die Bleigewichte wogen 137326 Gr., von welchen 1040 Gr. für die Reibung der Rollen abgezogen, bleiben: 136286 Gr. Die Geschwindigkeit des Sinkens, welche hier viel leichter zu reguliren war als bei den schwereren Gewichten, betrug 1,9 Zoll pro Sekunde. Zwanzigmaliges Aufstofsen mit dieser Geschwindigkeit bedeutet einen Fallverlust von 0,094 Zoll, was, abgezogen von 1279,957, für die berichtigte Fallhöhe der Gewichte 1279,863 Zoll übrig läfst.

Diese Höhe und dieses Gewicht sind aequivalent zu 2076,517 Fufspfunde, dazu 1,189 Fufspfunde für die Elasticität der Schnur addirt, ergeben sich 2077,706 Fufspfunde

als die angewandte Gesammtkraft. Die Berichtigung wegen der Erschütterung und des Tons (hergeleitet aus den Daten der vorigen Reihe, nach der Hypothese, dafs beide proportional waren der Reibung, durch welche sie entstanden) sind 3,47 und 16,9 Fufspfunde. Diese Gröfsen, abgezogen von dem obigen Resultat, geben für die im Apparat in Wärme verwandelte Kraftgröfse 2057,336 Fufspfunde.

$\frac{2057,336}{2,65504} = 774,58$ ist daher das aus dieser letzten Versuchsreihe abgeleitete Aequivalent.

Folgende Tafel enthält eine Zusammenstellung der aus den oben auseinander gesetzten Versuchen hergeleiteten Aequivalente. In der vierten Columne sind sie auf das Vacuum reducirt.

No. der Reihen.	Angewandtes Material.	Aequivalent in der Luft.	Aequivalent im Vacuo.	Mittel.
1.	Wasser	773,640	772,692	772,692
2.	Quecksilber	773,762	772,814	774,083
3.	Quecksilber	776,303	775,352	
4.	Gufseisen	776,997	776,045	774,987
5.	Gufseisen	774,880	773,930	

Höchst wahrscheinlich wurde das Aequivalent beim Eisen durch das Abreifsen von Metalltheilchen während der Reibung etwas vergröfsert, da die Ueberwältigung der Cohäsionsanziehung nicht ohne den Verbrauch einer gewissen Kraftgröfse vor sich gehen konnte. Allein da die abgeriebene Menge nicht beträchtlich genug war, um nach Beendigung der Versuche gewägt zu werden, so kann der Fehler aus dieser Quelle nicht von grofsem Belange seyn. Ich halte 772,692, das aus der Reibung des Wassers hergeleitete Aequivalent, für das genaueste, sowohl wegen der Anzahl der angestellten Versuche als auch wegen der grofsen Wärmecapacität des Apparats. Und da, selbst bei der Reibung von Flüssigkeiten, eine Erschütterung und

die Bildung eines schwachen Tons unmöglich ganz zu vermeiden sind, so halte ich die obige Zahl noch ein wenig für zu grofs. Zum Schlusse betrachte ich es durch die in dieser Abhandlung beschriebenen Versuche für bewiesen:

1) *dafs die Wärmemenge, welche durch Reibung von Körpern, starren wie flüssigen, erregt wird, immer der angewandten Kraftgröfse proportional ist*, und

2) *dafs die Wärmemenge, welche im Stande ist, ein Pfund Wasser* (gewogen im Vacuo und genommen zwischen 55 und 60° F.) *in seiner Temperatur um 1° F. zu erhöhen, zu ihrer Erregung den Aufwand einer mechanischen Kraft erfordert, die durch den Fall von* 772 *Pfund durch einen Raum von einem Fufs vorgestellt wird.*

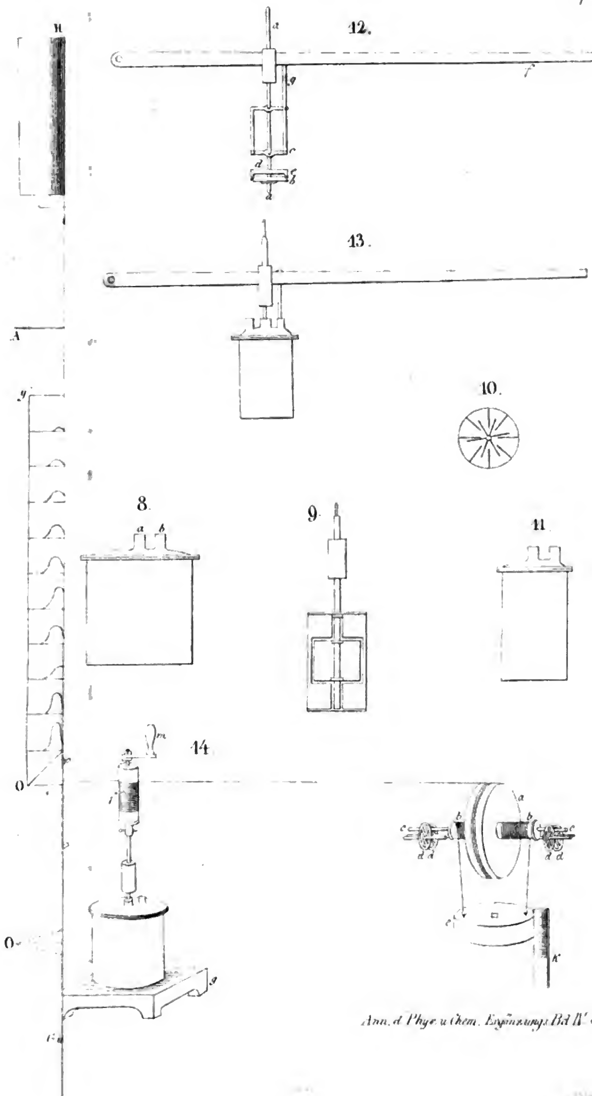
V. *Hauptelemente der bis Ende* 1853 *bekannten kleinen Planeten und der sie zunächst einschliefsenden gröfseren.*

(Entnommen aus dem *Annuaire pour l'an* 1854. — Genauere, mehr für das astronomische Publikum bestimmte Data enthält das *Berliner Astronomische Jahrbuch für* 1856).

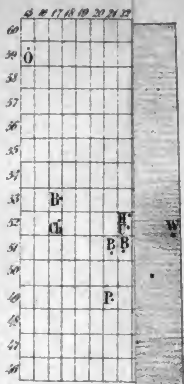
Name und Nummer der Planeten.	Mittlere tägliche Bewegung.	Dauer des sideralen Umlaufs. Tage.	Mittlere Entfernung von der Sonne (Erde = 1).	Excentricität.	Entdeckung.	
Mars.	1886",518	686,9796	1,523691	0,0932168		
8. Flora	1806 ,0790	1193,281	2,201727	0,1567974	Hind	1847 Oct. 18
18. Melpomene	1020 ,0708	1270,498	2,295713	0,2159123	Hind	1852 Juni 24
12. Victoria	994 ,4325	1303,255	2,335003	0,2181980	Hind	1850 Sept. 13
4. Vesta	977 ,6178	1325,669	2,361703	0,0888410	Olbers	1807 März 29
27. Euterpe	972 ,7510	1332,3015	2,369572	0,158786	Hind	1853 Nov. 8
20. Massalia	968 ,8970	1337,601	2,375851	0,1338916	De Gasparis Chacornac	1852 Sept. 19 1852 Sept. 20
7. Iris	963 ,1396	1345,600	2,385310	0,2323515	Hind	1847 Aug. 13
9. Metis	962 ,1801	1346,9400	2,386897	0,1228221	Graham	1848 Apr. 26
24. Phocaea	959 ,7982	1350,2809	2,390843	0,2464024	Chacornac	1853 Apr. 6
6. Hebe	939 ,3772	1379,635	2,425368	0,2020077	Hencke	1847 Juli 1
19. Fortuna	927 ,5728	1397,192	2,445902	0,1555438	Hind	1852 Aug. 22
11. Parthenope	926 ,3257	1399,074	2,448097	0,0980302	De Gasparis	1850 Mai 11
17. Thetis	898 ,8378	1441,859	2,497756	0,136777	Luther	1852 Apr. 17
5. Astraea	857 ,4996	1511,369	2,577400	0,1887517	Hencke	1845 Dec. 8
14. Irene	855 ,2337	1515,373	2,581951	0,1697575	Hind	1851 Mai 19

Name und Nummer der Planeten.	Mittlere tägliche Bewegung.	Dauer des sideralen Umlaufs. Tage.	Mittlere Entfernung von der Sonne (Erde = 1).	Excentricität.	Entdeckung.
13. Egeria	854",9642	1515,850	2,582492	0,0862748	De Gasparis 1850 Nov. 2
26. Proserpina	852 ,3346	1520,524	2,587802	0,068969	Luther 1853 Mai 5
21. Lutetia	840 ,2924	1542,318	2,612466	0,115154	Goldschmidt 1852 Nov. 15
23. Thalia	824 ,7789	1571,332	2,645124	0,239804	Hind 1852 Dec. 15
15. Eunomia	822 ,0764	1576,493	2,650918	0,1893392	De Gasparis 1851 Juli 29
3. Juno	813 ,6926	1592,736	2,669095	0,2560780	Harding 1804 Sept. 1
1. Ceres	770 ,9242	1681,093	2,766921	0,0763660	Piazzi 1801 Jan. 1
2. Pallas	768 ,6413	1686,089	2,772896	0,2394280	Olbers 1802 März 28
22. Calliope	714 ,1428	1814,762	2,911710	0,1036126	Hind 1852 Nov. 16
16. Psyche	706 ,3977	1834,658	2,932951	0,1309378	De Gasparis 1852 März 17
25. Themis	658 ,0881	1969,338	3,074716	0,1397185	De Gasparis 1853 Apr. 6
10. Hygaea	634 ,2404	2043,386	3,151388	0,1009159	De Gasparis 1849 Apr. 14
Jupiter	298 ,989	4334,6030	5,202767	0,0481621	

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Grünstr. 18.


12.
13.
10.
8.
9.
11.
14.

28 October

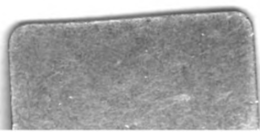




11 November.








UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06583 9246

